Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/architecturehydr00beli

Frontispice pour le Second Volume de la II. Partie.

Rigaud inv. et Sculp.

ARCHITECTURE HYDRAULIQUE.

A. H. Galloway

ARCHITECTURE HYDRAULIQUE,

SECONDE PARTIE,

QUI COMPREND

L'ART DE DIRIGER LES EAUX de la mer & des rivieres à l'avantage de la défense des places, du commerce & de l'agriculture.

Par M. BELIDOR, Colonel d'Infanterie, Chevalier de l'Ordre militaire de Saint Louis, &c.

TOME SECOND.

A PARIS, RUE DAUPHINE;

Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT, Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Génie, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. LXX.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

AVANT-PROPOS.

QUOIQUE le premier volume de cette ſeconde partie ſoit accompagné d'une préface qui en donne une idée générale, il a paru néceſſaire d'expoſer à la tête de celui-ci ce qu'il contenoit de plus intéreſſant, afin de montrer que non ſeulement on y trouvera les ſujets que nous avons promis de traiter, mais auſſi pluſieurs autres également inſtructifs, qui pouvoient contribuer à rendre cet ouvrage complet.

La premiere partie ayant été diviſée en quatre livres, on a ſuivi la même diviſion pour la ſeconde, afin de renfermer dans chacun de ces livres les matieres qui avoient enſemble le plus de connexion; ainſi après avoir compris dans le premier & le ſecond tout ce qui appartient aux écluſes, principalement celles qui répondent à la mer, nous avons renfermé dans le troiſieme & le quatrieme, qui ſont l'objet de ce dernier volume, la conſtruction de tous les autres travaux que nous n'avons fait qu'annoncer par nos écrits précédens.

Le troiſieme de ces livres, qui appartient aux places maritimes, commence par une diſſertation ſur le flux & reflux de la mer, afin d'en bien connoître les effets pour élever dans l'océan des ouvrages de conſéquence. Cette diſſertation eſt ſuivie d'une deſcription hiſtorique des ports les plus célebres, établis par les anciens & les modernes, d'où l'on déduit les qualités néceſſaires à ceux que l'on voudroit

conſtruire, pour être ſenſés accomplis, & la maniere de corriger les défauts des autres qui n'ont pas le même avantage.

Comme une partie auſſi vaſte ne pouvoit être traitée convenablement ſans des connoiſſances acquiſes par une longue & ſavante expérience, j'ai encore trouvé dans M. de Caux les ſecours que j'avois lieu d'attendre de ſon zele pour les intérêts de ſa Majeſté, qu'il a eu principalement en vue, ſans parler de l'amitié qui nous lie depuis long-tems. Je dois auſſi beaucoup à la lecture d'un mémoire manuſcrit, ſur les propriétés des ports de mer, préſenté au roi Philippe V, par M. Flobert, ingénieur en chef au ſervice d'Eſpagne, ſi connu par les opérations brillantes qui l'ont diſtingué dans les dernieres guerres d'Italie & ailleurs.

Ayant accompagné de plans les deſcriptions que je rapporte de quelques ports des anciens, je crois devoir ajouter qu'ils ont été dreſſés ſur ce qu'en ont écrit les meilleurs auteurs; que s'ils paroiſſoient différer en quelque choſe des veſtiges qui en reſtent, on ne peut l'attribuer qu'aux changemens que la mer a cauſés aux côtes adjacentes. Par exemple, ceux qui connoiſſent Carthagene, ne retrouveront plus Carthage-la-Neuve, dans la poſition où elle étoit lorſque Scipion en fit la conquête, ſemblable au plan que j'en rapporte. Cette ville étoit alors dans une preſqu'iſle, qui ne tenoit à la terre-ferme que par une langue de terre, au lieu qu'aujourd'hui cette preſqu'iſle eſt confondue avec la côte d'Eſpagne, par la ſucceſſion des attériſſemens commencés dès-lors dans la partie du golfe qu'on nommoit l'étang. De même l'on trouvera que le fameux port de Pirée, qui étoit joint à

ſa ville d'Athenes par deux longues murailles, ne répond point au peu d'intervalle qui ſe trouve entre ces deux villes ſur la planche, parce qu'il auroit fallu occuper beaucoup d'eſpace en pure perte ; j'eſpere qu'on aura la même conſidération pour les autres plans que je donne, ne les ayant rapportés que pour fixer l'imagination de ceux qui ne ſeront pas fâchés d'avoir une idée de ces ports ſi vantés dans l'hiſtoire.

Il y a une certaine érudition propre à chaque état dont j'ai tâché d'inſpirer le goût, en répandant de l'intérêt ſur les choſes qui en pouvoient être ſuſceptibles, afin de ſoutenir l'attention de la lecture d'une matiere par elle-même aſſez ſeche, & dont on ne connoît le prix qu'à meſure qu'on ſe trouve dans la néceſſité d'en faire uſage ; c'eſt alors qu'on découvre la conſéquence d'un grand nombre de détails, qui hors de-là pourroient paroître inſipides. Tels ſont ceux dont ce troiſieme livre eſt rempli ſur la conſtruction des jettées de différente eſpece, & celle des forts pour les ſoutenir & défendre la rade. Comme la conduite que l'on tient en établiſſant des ouvrages dans les ports de l'Océan, eſt différente de celle que l'on ſuit ſur la Méditerranée, eu égard à la nature de ces mers, on trouvera ici, au ſujet de ces premiers ports, les développemens de tout ce qui a été exécuté de plus remarquable à Dunkerque, ainſi que je l'ai promis dans le volume précédent, après quoi l'on paſſe à ce qui appartient à ceux de la Méditerranée, en commençant par l'uſage des machines qu'on y emploie pour les curer, au défaut des écluſes de chaſſe. On enſeigne l'établiſſement des moles à pierres perdues ou par enrochement ; la maniere de fonder toutes ſortes d'ouvrages au fond de l'eau ſans batardeau ni épui-

ſement, à l'imitation de ce qui a été exécuté de plus remarquable à Toulon, que j'ai choiſi pour la Méditerranée, comme j'ai fait Dunkerque pour l'Océan, ſans négliger les exemples que pouvoient m'offrir les autres ports de l'Europe. Heureuſement que j'ai trouvé de la part de M. Milet de Monville, ingénieur en chef à Toulon, qu'on ſait avoir acquis ſur les travaux qui s'y font les connoiſſances les plus recherchées, tous les ſecours que ſa capacité étoit en état de me fournir. Ces différens ouvrages ſont ſuivis de l'établiſſement des formes & calles pour la conſtruction des vaiſſeaux dans l'une & l'autre mer; & ce troiſieme livre eſt terminé par l'uſage qu'on peut faire du cours des eaux dans les opérations de la guerre des ſieges & de campagne. Bien des gens trouveront ſans doute ce ſujet digne de leur attention, par les vues intéreſſantes qu'on a tâché d'y ſemer.

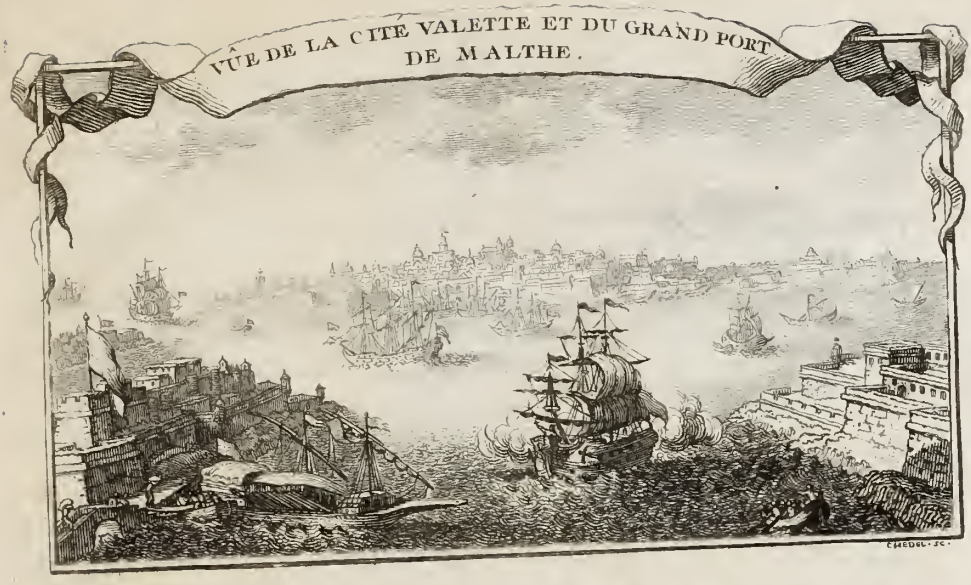
Après avoir rapporté les principaux travaux qui conviennent aux places maritimes, on a compris dans le quatrieme & dernier livre, la maniere de rendre les rivieres navigables & de les joindre par des canaux. Il commence par des recherches ſur la nature des fleuves, par rapport aux accidens auxquels ils ſont ſujets; on y montre les réparations qu'on peut faire à ces fleuves par le ſecours des épis & des écluſes; enſuite on donne une deſcription des principaux canaux de navigation établis par les anciens & les modernes, avec des maximes pour former les projets de cette eſpece, & ce qui appartient à leur exécution. On y enſeigne dans le plus grand détail la conſtruction des ſas pour faciliter la montée & la deſcente des bateaux aux endroits où il y a des chûtes, celle des aqueducs, déverſoirs, écluſes pour l'entrée &

la ſortie des eaux, celle des ponts-tournans propres aux écluſes & canaux, & de ceux de maçonnerie, qui appartiennent aux grandes routes. Enfin on donne la maniere de deſſécher les marais & d'arroſer les pays arides. On jugera mieux encore des ſujets compris dans ce volume, en liſant la table des matieres, qui montrera d'un coup d'œil qu'on n'a rien négligé pour répondre à ce que l'on a dû attendre de nos longues & pénibles recherches.

Pour peu que les jeunes ingénieurs aient occaſion de mettre en pratique ce que nous rapportons, ils feront dans l'architecture hydraulique des progrès marqués, par la maniere dont nous l'avons traitée; ils trouveront des deſſeins & devis qu'ils n'auront qu'à ſuivre, en les modifiant pour les appliquer à l'ouvrage dont il s'agira, étant difficile d'en rencontrer qui n'aient quelque rapport à ceux que nous citons. Ne ſera-ce pas un grand avantage pour eux d'avoir l'eſprit préparé par la connoiſſance qu'ils auront de ce qu'ont exécuté les plus habiles gens, de profiter même de leurs fautes, en prévenant celles qu'ils ſeroient en danger de faire? Croire tirer tout de ſon propre fonds ſans le ſecours des autres, ſeroit une vanité inſupportable; s'il s'en rencontroit de ſuſceptibles de cette foibleſſe, ils n'auroient beſoin que de ſe trouver abandonnés à eux-mêmes dans des occaſions difficiles pour faire des réflexions humiliantes.

Heureux ſi cet ouvrage remplit l'objet qu'on s'eſt propoſé, en offrant à nos neveux des maximes propres à pouſſer beaucoup plus loin les modeles qu'ils trouveront ici! C'eſt à quoi ils parviendront s'ils conſiderent que les livres ſeuls ne forment pas les grands maîtres, qu'ils ne peuvent que mettre ſur les voies

de le devenir, le reſte étant réſervé à l'expérience. Alors guidés par les traces de leurs anciens, ils pourront au moins les égaler & mériter par d'auſſi juſtes titres les graces d'un grand roi qui ne les refuſa jamais à ceux qui concourent à la ſplendeur de ſon regne glorieux. Et que n'a-t-on pas lieu d'eſpérer, lorſqu'on les obtient par le canal d'un miniſtre éclairé, qui favoriſe également les progrès des arts propres à la paix, & ceux qui peuvent aſſurer les ſuccès de la guerre ?



ARCHITECTURE
HYDRAULIQUE,

Qui comprend l'art de diriger les eaux de la mer & des rivieres à l'avantage de la défenſe des places, du commerce & de l'agriculture.

LIVRE TROISIEME.

Où l'on enſeigne la conſtruction de tous les travaux qui appartiennent aux places maritimes.

CHAPITRE PREMIER.

Diſſertation ſur le flux & reflux de la mer, ſervant d'introduction aux travaux qui ſe font dans les places maritimes.

581. Ce troiſieme livre ayant pour objet la conſtruction des travaux qui ſe font dans la mer, pour bonifier & défendre les ports, nous allons le commencer par une diſſertation ſur le flux & reflux de ce fier élément, dont la connoiſſance des principaux mouvemens eſt indiſpenſable à ceux qui ſont chargés

Néceſſité de bien connoître les effets de la mer, pour y établir ſolidement des travaux de conſéquence.

d'y élever des ouvrages de conſéquence, puiſque ce n'eſt qu'en ſe précautionnant contre ſes fâcheux effets, & par une attention continuelle à profiter des tems favorables pour y bâtir, qu'on parvient à le faire ſolidement. Les travaux maritimes demandent une grande attention pour ſe garantir & ſurmonter les divers obſtacles qui ſurviennent, tant en les fondant qu'en les élevant au-deſſus des eaux. Il ne ſuffit pas de ſe ſervir avantageuſement des emplacemens deſtinés à la ſûreté des vaiſſeaux, d'en diriger les entrées ſuivant les cours des marées, de façon qu'ils puiſſent y manœuvrer librement; il faut encore, autant qu'il eſt poſſible, ſe précautionner contre les fureurs d'un élément qui renverſe quelquefois en peu d'heures les édifices les plus ſolides; autrement il eſt dangereux de commettre des fautes qui font regretter les dépenſes qu'on a faites. C'eſt donc par la liaiſon que l'architecture hydraulique peut avoir avec ce phénomene, que nous avons cru ne pouvoir nous diſpenſer d'en donner des idées plus juſtes que n'en ont ceux qui, ne connoiſſant que peu la marine, auroient eu peine à entendre pluſieurs endroits de cet ouvrage, où il a fallu ſe ſervir du langage propre aux choſes qu'on y traite.

Obſervations faites dans pluſieurs ports de France, par ordre de M. le comte de Pontchartrain, miniſtre de la marine, d'où M. Caſſini a déduit que la lune eſt la principale cauſe du flux & reflux.

582. Avant que d'entrer en matiere, il convient d'être prévenu qu'en 1701 l'académie royale des ſciences, voulant manifeſter de plus en plus ſon zele pour tout ce qui pouvoit être utile à la ſociété en général, profita des bonnes diſpoſitions que lui marquoit M. le comte *de Pont-Chartrain* de contribuer à ſes progrès, pour engager ce miniſtre d'envoyer aux plus habiles gens qui ſe trouvoient dans les ports de France ſur l'Océan, un mémoire qu'elle avoit dreſſé ſur la maniere d'obſerver le tems précis des marées & leur hauteur dans les nouvelles & pleines lunes, afin de voir le rapport qu'elles auroient avec les obſervations aſtronomiques, & ſi le flux & reflux étoient auſſi liés au cours journalier de cette planete qu'on l'avoit remarqué depuis long-tems, mais non point avec aſſez d'exactitude pour ſavoir au juſte à quoi s'en tenir. Les obſervations faites pendant plus d'une année par MM. *Baerte* & *du Bocage*, profeſſeurs en hydrographie, le premier à Dunkerque, & le ſecond au Havre de Grace, furent remiſes à M. *Caſſini*. Après les avoir bien examinées, il en donna en 1710 à l'académie le réſultat, accompagné de ſavantes réflexions qui ont répandu ſur ce ſujet beaucoup plus de lumiere qu'on n'en avoit encore apperçu, faiſant voir d'une maniere évidente toutes

les raiſons qui pouvoient fonder l'opinion que la lune étoit la principale cauſe du flux & reflux. Cependant comme en matiere de phyſique on ne ſauroit trop s'aſſurer des faits, M. *Caſſini* a continué de donner en 1712, 1713, 1714 & 1720 une ſuite d'autres mémoires, toujours fondés ſur de nouvelles obſervations fort exactes, faites à Breſt, à Bayonne & au port de l'Orient, qui confirment les conſéquences qu'il avoit tirées des premieres, & qui laiſſent aujourd'hui moins de doute que jamais, que c'eſt à l'action combinée de la lune & du ſoleil qu'on doit rapporter le flux & reflux de la mer.

C'eſt en profitant de ces mémoires, & des judicieuſes remarques que nous ont communiqué MM. *Bouguer* & *de Caux*, que nous nous ſommes mis en état d'écrire ce chapitre, où nous avons auſſi fait mention de ce qu'a dit de plus raiſonnable *Ceſar d'Arcons* des effets des marées dans ſon *traité du flux & reflux de la mer*, ſans avoir égard au ſentiment de cet auteur ſur la cauſe qu'il attribue à un balancement régulier de la terre ſur ſon axe, du ſud au nord & du nord au ſud, deux fois en 24 heures, parce que les philoſophes de ſon tems étoient plus occupés à faire des hypotheſes qu'à étudier & ſuivre de près la conduite que tient la nature. Au reſte, nous exhortons ceux qui voudront être encore plus inſtruits des connoiſſances dont on eſt redevable à M. *Caſſini*, de lire ce qu'il a écrit dans les *mémoires de l'académie* des années que nous venons de citer, n'ayant rapporté ce qui ſuit que relativement à notre objet.

Définition du flux & reflux de la mer, & ſelon quel ordre ils arrivent chaque jour.

583. Peu de perſonnes ignorent que la mer, venant de la zone torride, allant vers les poles, monte deux fois chaque jour ſur les côtes de l'Océan; qu'elle met un peu plus de ſix heures à parvenir à ſa plus grande hauteur, où elle reſte pendant quelques minutes dans le même état, qui eſt ce que l'on appelle *pleine mer;* puis elle ſe retire en deſcendant pendant un peu plus de ſix autres heures juſqu'à ſon plus bas, où elle reſte encore quelque tems ſtationnaire; après quoi elle remonte comme auparavant; & que ce ſont ces alternatives qu'on nomme *flux & reflux*. On obſervera que le *flux* ou le *flot* s'entend de ſon mouvement lorſqu'elle monte & qu'elle n'eſt point encore parvenue à ſa plus grande hauteur, & que le *reflux*, l'*ebe*, ou le *jouſſant*, s'entend de ſon action lorſqu'elle deſcend en approchant du terme le plus bas, qui fait *la baſſe mer*.

Comme chacun de ces mouvemens dure un peu plus de ſix heures, il y a auſſi un peu plus de 12 heures entre deux pleines

mers consécutives, aussi bien qu'entre deux basses mers. Par exemple, s'il est pleine mer dans un certain port un jour marqué après 9 heures du matin, il sera aussi pleine mer le soir un peu après 9 heures, & entre les deux il y aura une basse mer vers les 3 heures après midi.

Les marées retardent chaque jour de 48 minutes, d'où l'on déduit une regle pour savoir à quelle heure il sera pleine mer un certain jour déterminé.

584. Le peu de tems que la *mer* reste dans le même état, *pleine* ou *basse*, joint au surplus des 6 heures qu'elle met à monter ou à descendre, font ensemble 48 minutes au bout de 24 heures, c'est-à-dire, que les pleines & les basses mers se font consécutivement chaque jour 48 minutes plus tard; ainsi dans le port où nous avons supposé qu'il étoit pleine mer à 9 heures du matin, il doit aussi y être pleine mer le lendemain matin, mais à 9 heures 48 minutes. Le jour suivant ce sera encore 48 minutes plus tard que le précédent, ainsi toujours de suite. Il est vrai que les vents & d'autres causes peuvent troubler la régularité de cette machine journaliere, mais sa quantité moyenne sera toujours à très-peu près de 48 minutes, qui produisent 4 heures de retardement en 5 jours; d'où l'on déduit la méthode de trouver de combien les marées retardent à proportion en tout autre intervalle de tems, puisque pour cela il n'y a qu'une simple analogie à faire, en disant: si 5 jours produisent 4 heures de retardement dans les marées, combien produira tel autre nombre? Par exemple, s'il s'agit de 8 jours, il faut multiplier le second terme 4 par le troisieme 8, & diviser le produit 32 par le premier 5, il viendra 6 heures & 24 minutes, qui montrent qu'en 8 jours les marées doivent retarder d'autant; c'est-à-dire, que s'il est pleine mer en un certain jour à 9 heures du matin dans le port dont nous parlons, au bout de 8 jours il sera pleine mer dans le même port 6 heures 24 minutes plus tard; ainsi la pleine mer arrivera à 3 heures 24 minutes après midi.

Les marées reviennent aux mêmes heures de 15 en 15 jours; mais celles du matin sont les correspondantes de celles du soir, & réciproquement.

585. Le retardement moyen de 48 minutes par jour, ou de 4 heures en 5 jours, produisant, en se répétant, un retardement de 12 heures en 15 jours, l'on voit que les marées doivent revenir aux mêmes heures de 15 en 15 jours, avec cette seule différence que celles du matin sont les correspondantes de celles du soir, & réciproquement celles du soir les correspondantes de celles du matin.

Il suit de-là que lorsqu'on veut trouver de combien retarde la marée pendant un plus grand nombre de jours que celui de 15, il n'y a qu'à prendre le surplus; ainsi supposant qu'il s'agisse

de 25 jours, il faut se contenter de chercher le retardement pour 10, en suivant la petite analogie précédente, qui donnera 8 heures.

586. Cette succession & ce retour des marées qui ont été remarqués dans tous les tems, montrent de la maniere la plus évidente que le flux & le reflux de la mer dépendent non-seulement de l'action de la lune, mais aussi de celle du soleil; car si les marées arrivoient toujours préciſément à la même heure, il faudroit en chercher la cauſe dans le ſeul mouvement apparent du ſoleil. Si d'un autre côté leur retardement étoit un peu plus conſidérable, & qu'elles fuſſent de 12 heures en 13 jours 3 quarts, ou d'environ 24 heures en 27 $\frac{1}{2}$ jours, on ſeroit alors en droit de dire qu'elles ne dépendent que de la lune, puiſque la durée de ſon mois périodique eſt de 27 $\frac{1}{2}$ jours, qui eſt le tems que cette planete emploie à faire une révolution entiere autour de la terre d'occident en orient. Mais les marées ne ſont pas réglées de la ſorte, ne revenant préciſément aux mêmes heures qu'au bout d'un mois lunaire *ſynodique*; c'eſt-à-dire, lorſque la lune ſe retrouve dans la même poſition par rapport au ſoleil; ainſi les deux planetes concourent à ce mouvement régulier, quoiqu'elles y ayent part inégalement: c'eſt de quoi l'on ne doute plus depuis le commencement de ce ſiecle.

Raiſons qui montrent que la cauſe des marées dépend non-ſeulement de l'action de la lune, mais auſſi de celle du ſoleil.

587. Si le concert qui regne entre les phaſes de la lune & le flux & reflux de la mer, ſemblent ſe démentir quelquefois, ce n'eſt jamais que pour peu de jours & par l'effet d'une cauſe purement accidentelle, puiſqu'enſuite les marées reprennent leur premier cours & s'aſſujettiſſent derechef à leur ancienne regle, qu'elles continuent de ſuivre préciſément aux mêmes heures, comme ſi elles n'avoient ſouffert antérieurement aucun trouble. En cela leur mouvement eſt bien différent de celui de la plupart des machines que nous conſtruiſons, dont il ſuffit d'altérer une fois la marche pour qu'elles ſe reſſentent toujours du dérangement qui leur eſt ſurvenu. On a vu des tempêtes ſuſpendre l'effet du flux & reflux, on a auſſi des exemples tout contraires de deux ou trois flux & reflux arrivés en 5 ou 6 heures de tems; mais cette irrégularité a toujours été paſſagere, parce que la forte dépendance où ſont les marées de l'action du ſoleil & de la lune, rétablit bientôt l'ordre en les faiſant arriver aux heures ordinaires. Le fait ſuivant prouve la vérité de ce que nous avançons. Il eſt arrivé une fois que les perſonnes chargées de com-

Les marées ſont toujours aſſujetties à la même loi générale, malgré les accidens qui leur ſurviennent quelquefois. Preuve de cette vérité.

poſer le livre de la connoiſſance des tems que l'académie des ſciences publie chaque année, n'y marquerent pas avec aſſez de préciſion quelqu'une des phaſes de la lune, ſoit qu'ils fuſſent tombés dans quelqu'erreur de calcul, ou que cela vînt de quelques fautes d'impreſſion; & ce qui eſt digne de remarque, c'eſt que ſi on ſçut à Paris qu'on s'étoit trompé, on ne l'apprit que par la voie de ceux qui obſervoient dans les ports de mer l'inſtant du flux & reflux, qui s'apperçurent que quelques marées ne s'accordoient pas comme à l'ordinaire avec les mouvemens combinés du ſoleil & de la lune, ou ſimplement avec les phaſes de la ſeconde de ces planetes.

Il paroît étonnant que malgré la grande diſtance qui ſe trouve entre nos côtes & l'endroit où agit la cauſe des marées, le flot emploie ſi peu de tems à y parvenir; cependant on ceſſera d'être ſurpris, quand on réfléchira que la contiguité des parties de l'eau fait que celles qui ont reçu la premiere impreſſion la communiquent aux parties les plus voiſines, celles-ci aux autres, & ainſi ſucceſſivement.

Hypotheſe de M. Deſcartes, qui attribue le flux à la preſſion que peut cauſer la lune, d'où il déduit pourquoi ce mouvement de la mer arrive en même tems ſur les deux points de la terre diamétralement oppoſés.

588. Nous n'entreprenons point de diſcuter ſi le ſoleil & la lune agiſſent ſur la mer par une voie de preſſion, comme l'a penſé M. *Deſcartes*, ou ſi c'eſt par attraction, comme le prétend M. *Newton*. Le premier ſuppoſe que la terre eſt enveloppée d'un torrent de matiere éthérée ou ſubtile, qui forme un tourbillon dont les limites s'étendent au-delà de la lune. En ce cas la matiere du tourbillon, circulant plus vîte proche la terre qu'elle ne fait en haut, eſt obligée de paſſer ſous la lune, où ſe trouvant preſſée entre le deſſous de cette planete & la ſurface de la terre, elle agit ſur l'Océan, & oblige ſes eaux de refluer à la ronde, ce qui forme le flux dans nos ports. Mais la terre continuant ſon mouvement, & ne préſentant plus les mêmes faces, la preſſion ceſſe, parce que les eaux qui s'étoient écartées des tropiques reviennent occuper l'eſpace qu'elles avoient abandonné. Sur quoi il faut prendre garde que cette eſpece de balancement perpétuel doit arriver en même tems ſur les deux points de la terre diamétralement oppoſés, s'il y a des eaux. En effet, nageant dans un fluide, ſon lieu eſt ſeulement déterminé par l'égalité des impulſions de la matiere qui l'environne; par conſéquent la partie correſpondante à la lune ne peut être plus preſſée que les autres, ſans que la terre ne recule tant ſoit peu, en avançant vers la partie oppoſée, qui ſe trouve par cette action autant comprimée par la matiere contre

laquelle elle s'appuie, que la ſupérieure l'eſt par l'air qui la preſſe.

589. M. *Newton* au contraire prétend que toutes les parties de la matiere qui compoſent le ſyſtême ſolaire, peſent les unes vers les autres ſelon leur maſſe, & en raiſon renverſée du quarré de leur diſtance, & il les aſſujettit toutes à une peſanteur univerſelle qu'il rend réciproque; ainſi il veut que la mer s'éleve ſous la lune & ſous le ſoleil, lorſqu'ils paſſent par le méridien qui répond au milieu de l'Océan, parce que, ſelon lui, tout ici bas a quelque degré de peſanteur vers ces deux aſtres, & qu'en même tems notre tendance vers la lune eſt toujours beaucoup plus forte, parce que ſi cette planete eſt très-petite, nous en ſommes en récompenſe à très-peu de diſtance.

Sentiment de M. Newton, *qui attribue le flux & reflux de la mer, au plus ou moins d'attraction du ſoleil & de la lune; en quoi ſon ſyſtême eſt plus conforme à l'expérience que celui de M.* Deſcartes.

Pour rendre ſenſible cette hypotheſe à ceux qui ne ſont que médiocrement verſés dans la phyſique, nous ſuppoſerons que T repréſente la terre entourée d'eau, & que B marque la lune; alors il arrivera, comme nous venons de l'expoſer, que la partie C de l'Océan, à laquelle cette planete répond perpendiculairement, en ſera plus attirée que ne le ſeront toutes les autres plus éloignées. Au contraire, l'eau qui eſt en G ſe trouvant alors à la plus grande diſtance de la lune, en ſera moins attirée que tout le reſte compris dans l'hémiſphere EGF; ainſi devenant plus légere qu'elle n'étoit, elle s'enflera auſſi davantage; d'où il réſulte que toutes ces eaux enſemble formeront une maniere de ſphéroïde qui a pour grand diametre CG & pour petit EF.

PL. III. FIG. Y.

Or comme les marées en C & en G, diamétralement oppoſées, ſe font toutes deux en même tems, il eſt évident qu'en ſuivant la révolution journaliere de la lune, elles doivent ſe ſuccéder alternativement l'une l'autre ſous chaque méridien à 12 heures 24 minutes d'intervalle, par conſéquent arriver deux fois en un jour, parce qu'en 12 heures 24 minutes la lune paſſe de B en H, où elle produit les mêmes effets en G qu'elle avoit cauſés en C.

On voit que ces deux philoſophes ſont diamétralement oppoſés dans leur explication, puiſque le premier veut que l'Océan s'abaiſſe ou forme un creux ſous ces deux planetes, préciſément dans le même tems que le ſecond prétend que la mer s'éleve & forme une eſpece de tumeur par ſa plus grande convexité; mais tous deux conviennent également, malgré leur

oppoſition, qu'il faut attribuer ce phénomene du flux & reflux à l'action du ſoleil & de la lune. Au reſte, on ne peut refuſer à M. *Newton* que ſon ſentiment ne ſoit auſſi conforme à l'expérience que celui de M. *Deſcartes* lui eſt contraire; car le jour des nouvelles lunes, la mer monte dans tous les ports d'Eſpagne, ſur l'Océan & ſur les côtes occidentales d'Afrique, à meſure que la lune, déja parvenue à l'horiſon, s'éleve au-deſſus & qu'elle avance, de même que le ſoleil, vers le haut du ciel. On peut dire la même choſe à l'égard de tous les ports de la mer pacifique ſur les côtes d'Amérique: il y a pleine mer vers les trois heures les jours des *ſizigies*, c'eſt-à-dire, des nouvelles & pleines lunes; au lieu que ce devroit être le tems de la baſſe mer, ſi l'on vouloit s'attacher rigoureuſement à l'hypotheſe de M. *Deſcartes*. Nous nous diſpenſons d'entrer plus avant dans ces diſcuſſions purement ſpéculatives, puiſqu'il importe beaucoup plus, pour la fin que nous nous propoſons, d'inſiſter ſur les points de fait dont il n'eſt pas permis de négliger la connoiſſance.

L'on nomme établiſſement d'un port, l'heure à laquelle il eſt pleine mer dans ce port le jour de la nouvelle & de la pleine lune, d'où l'on déduit l'heure des marées pour tout autre jour.

590. Pour agir en conſéquence, on ſaura qu'on nomme *établiſſement des marées* le long d'une côte ou dans un port, l'heure à laquelle il eſt pleine mer le long de cette côte ou dans ce port, le jour de la nouvelle & de la pleine lune. Comme il importe fort de connoître cet établiſſement pour en déduire l'heure des autres marées dans tel tems que l'on voudra, nous rapportons à la fin de ce chapitre une table de l'établiſſement des marées pour les principales côtes de l'Europe ſur l'Océan, avec la hauteur où elles y montent dans le même tems. Voulant en faire uſage, on ſe rappellera que les marées ſe font chaque jour à des heures différentes, qu'elles retardent journellement de 48 minutes, & qu'elles ne reviennent aux mêmes heures que de 15 en 15 jours. Comme la table dont il s'agit marque les marées pour les jours des nouvelles & pleines lunes, on ſaura d'avance par ſon moyen l'heure à laquelle il ſera pleine mer dans tout autre tems, dès qu'on aura égard au retardement qu'on trouve par la regle de trois, que nous avons indiquée art. 584.

Par exemple, ſi l'on demande à quelle heure il ſera pleine mer à Breſt le 13 ſeptembre 1751, il faut commencer par voir dans la table quel eſt l'établiſſement de Breſt, on le trouvera de 3 heures 45 minutes. On conſultera enſuite quelque éphéméride, ou un ſimple almanach, pour voir quel jour du mois

de

de ſeptembre arrivera la pleine lune, & l'on trouvera que c'eſt le 5, ſans ſe mettre en peine de l'heure de cette phaſe; car puiſqu'un jour entier ſur le mouvement de la lune ne produit que 48 minutes de retardement des marées, il ſuffit de connoître à peu près la pleine ou la nouvelle lune, pour ne commettre aucune erreur ſenſible dans le calcul qu'on ſe propoſe. Il reſte donc à ſavoir de combien la marée retardera en 8 jours, c'eſt-à-dire, depuis le 5 juſqu'au 13. Mais nous avons trouvé (article 584) que ce retardement pour 8 jours eſt de 6 heures 24 minutes: par conſéquent il ſera pleine mer à Breſt le 13 Septembre 1751, non pas à 3 heures 45 minutes, comme le jour de la nouvelle ou pleine lune, mais à 10 heures 9 minutes. Quant à la baſſe mer du même jour, comme elle doit ſe faire à un peu plus de 6 heures plutôt ou plus tard, ſelon qu'on veut avoir celle qui précede ou qui ſuit, elle ſe fera vers les 4 heures, tant du matin que du ſoir.

Par ce calcul on pourra prendre ſes meſures pour ſe mettre en état de travailler ce jour-là à quelqu'ouvrage qui ne pourroit être exécuté qu'à marée baſſe; deux ou trois jours après l'on aura encore plus de commodité, puiſque les deux marées ſe feront vers les 6 heures du matin & du ſoir, par conſéquent toutes deux pendant le jour.

591. Une autre circonſtance du flux & reflux qui intéreſſe particulierement ceux qui ſont chargés de la direction des ouvrages qui ſe font dans les ports de mer, c'eſt la quantité dont les marées montent & baiſſent: circonſtance qui dépend beaucoup de la diſpoſition des lieux, & trop viſiblement des mouvemens du ſoleil & de la lune pour n'être pas convaincu qu'ils ſont les ſeules cauſes du flux & reflux dans le tems des *ſyzigies*, ou des nouvelles & pleines lunes. Lorſque ces deux aſtres A & B ſont en conjonction & qu'ils agiſſent de concert, leur action réunie, ayant alors beaucoup plus de force, occaſionne auſſi des marées beaucoup plus grandes; c'eſt pourquoi on les diſtingue des autres en les nommant *fortes eaux*, *vives eaux*, *malines* ou *reverdies*, qui arrivent deux fois chaque mois. On obſervera que ces vives eaux ne ſe font pas préciſément les jours des nouvelles & des pleines lunes, mais deux jours après, parce que la mer acquiert pendant ce tems-là une accélération de mouvement qui la fait monter plus haut que de coutume, quoique la lune ſe trouve un peu écartée du ſoleil ou de ſon point directement oppoſé; enſuite les marées diminuent de jour en jour

Les grandes marées arrivent deux jours après le tems des ſyzigies, & les foibles dans les quadratures: leur différence eſt d'environ un tiers.

PL. III. FIG. Y.

juſqu'au tems des *quadratures*, c'eſt-à-dire, juſqu'au tems que la lune B ſe trouve éloignée du ſoleil D de 90 degrés; alors elles ſont les moindres de toutes, parce que dans ce cas elles ne ſont plus l'effet des deux actions réunies du ſoleil & de la lune, mais plutôt l'effet de la différence d'une de ces actions ſur l'autre, & ces marées plus foibles ſont nommées *mortes eaux*, leſquelles arrivent à toutes les *quadratures*, ou ſept jours & demi après les grandes marées. On a obſervé que dans ce tems la mer monte ordinairement d'un ſixieme moins que dans les *vives eaux*, & qu'elle deſcend auſſi moins d'un ſixieme, ce qui fait à peu près un tiers de différence.

Calcul de M. Newton, par lequel il trouve que l'action du ſoleil ſur l'Océan eſt à celle de la lune, comme 2 eſt à 7.

592. Ce rapport n'eſt pas exactement le même dans tous les ports, ce qui vient du différent *giſſement* des terres, ou du plus ou moins de facilité que la mer trouve à prendre ſon niveau ſelon la quantité de chemin qu'elle a à faire, & ſelon qu'elle paſſe par des ouvertures plus ou moins larges. M. *Newton* rapporte dans ſon livre des *principes mathématiques de la philoſophie naturelle*, qu'au-deſſous de *Briſtol* la mer monte de 45 pieds dans les grandes eaux, & ſeulement de 25 dans les quadratures, & il ſaiſit cette obſervation pour tâcher de diſcerner de combien l'action de la lune eſt plus forte que celle du ſoleil en s'y prenant de la ſorte. Nommant L la premiere de ces actions & S la ſeconde, l'on a L+S= 45 pieds; & comme dans les mortes eaux, ces deux actions ſe nuiſent, l'on a au contraire L—S= 25 pieds, d'où l'on déduit S= 10 & L= 35, qui montre que la lune, à cauſe de ſon voiſinage de la terre, peut opérer trois fois & demi plus que ne fait le ſoleil dans le phénomene des marées; de ſorte qu'en admettant 2 & 7 pour exprimer les forces avec leſquelles le ſoleil & la lune attirent chacun en particulier les eaux de la mer, les marées hautes ſeront aux marées baſſes comme la ſomme de ces deux nombres eſt à leur différence, ou à peu près comme 9 eſt à 5. Ainſi ſuppoſant que le ſoleil ſoit capable d'attirer ſeul les eaux à la hauteur de deux pieds, la lune les élevera à celle de 7, & les puiſſances réunies de ces deux planetes les feront monter à 9 pieds.

Les plus fortes de toutes les marées ſont celles qui arrivent au tems des équinoxes,

593. Il faut remarquer encore que toutes les *malines* ne ſont pas égales; celles qui arrivent au tems des *équinoxes* ſont beaucoup plus fortes que celles qui ſe font trois mois après, & qui tombent aux environs des ſolſtices. Il y a à peu près les mêmes différences entre ces malines qu'entre les marées des nouvelles

& pleines lunes, comparées aux marées des quadratures immédiates. Les grandes marées des équinoxes ſont produites par la ſomme des actions des deux planetes vers l'équateur ou vers le milieu de la terre, & l'effet diminue à meſure que les deux planetes augmentent leur déclinaiſon. Il ſe trouve même une différence entre les marées du ſoir & du matin, lorſque les deux planetes ſont voiſines de l'un ou de l'autre tropique. Suppoſé qu'on ſoit en été, l'action du ſoleil & de la lune dans les nouvelles lunes, ſe fait de jour ſur un endroit de la mer qui eſt plus voiſin de nous, au lieu que c'eſt tout le contraire ſi le ſoleil & la lune ſe trouvent vers l'autre tropique.

& les plus foibles au tems des ſolſtices, & jamais elles ne ſont ſi grandes que quand la lune ſe trouve dans ſon périgée.

Mais ce qui produit un effet incomparablement plus conſidérable dans les marées, c'eſt le changement de diſtance de la lune à la terre. Cette planete tantôt s'éloigne de nous & tantôt s'en approche; nous n'occupons pas le centre, mais un des foyers de l'ellipſe qu'elle décrit autour de la terre. Lorſqu'elle paſſe à l'extrêmité la plus éloignée du grand axe de ſon ellipſe, elle ſe trouve dans ſon *apogée*, & elle agit beaucoup moins ſur l'Océan. Elle eſt au contraire capable d'une grande action ſi elle ſe trouve dans ſon périgée, ou à l'autre extrêmité de ſon grand axe; extrêmité dont nous ſommes conſidérablement plus proches, la mer s'éleve auſſi alors beaucoup davantage.

Jamais les marées des équinoxes ne ſont plus grandes que quand la lune ſe trouve vers ſon périgée ou à ſa moindre diſtance de la terre. Non-ſeulement le flux eſt plus fort dans ce tems-là, mais le reflux l'eſt auſſi, & on voit à découvert une infinité d'endroits qui ſont ordinairement cachés; c'eſt ce qu'on doit obſerver exactement dans l'établiſſement des ouvrages qu'il convient de faire à la mer, afin de profiter des momens qu'elle s'écarte davantage pour fonder & aſſeoir les édifices qu'on a deſſein de conſtruire. Il ſeroit à ſouhaiter que l'académie royale des ſciences voulût bien faire marquer dans la connoiſſance des tems, le lieu de l'apogée & du périgée de la lune; cette petite addition ſeroit d'une extrême utilité, puiſqu'elle ſerviroit à faire connoître d'avance ou à prévoir les jours des marées plus fortes & des marées plus foibles.

Nous avons déja ſpécifié toutes les conditions des premieres, il ne nous reſte qu'à ajouter que les marées les plus foibles de toutes arrivent aux environs des ſolſtices, c'eſt-à-dire, vers les mois de juin & de décembre, lorſque la lune ſe trouve en même tems dans ſon apogée ou à ſa plus grande diſtance de la

terre. Tout contribue alors à diminuer le mouvement de la mer : non-ſeulement elle monte moins haut dans ce cas, elle deſcend auſſi moins bas, car ces deux particularités s'accompagnent toujours, ou ſont pour ainſi dire inſéparables.

Le flux d'un même jour s'enfle plus ou moins ſuivant la diverſité des côtes. Exemple de ce qui arrive ſur celles de Bretagne & d'Angleterre.

594. Comme il faut du tems avant que l'impulſion ou l'attraction de la lune & du ſoleil ſe faſſe ſentir aux endroits éloigné des tropiques, le flux d'un même jour retarde à proportion de la diſtance du lieu, & s'enfle plus ou moins ſuivant les diverſes poſitions des côtes. Par exemple, après avoir frappé contre le rivage d'Eſpagne, il ſe gliſſe le long de celui de France, entre dans la Manche, où ſe trouvant réfléchi & reſſerré par les côtes d'Angleterre & de ſes iſles, il produit des effets plus conſidérables dans certains ports que dans d'autres. C'eſt par cette raiſon qu'on voit monter la mer dans les vives eaux depuis 35 juſqu'à 45 pieds à Saint-Malo, Cancale & Granville, parce que là les eaux ſe trouvant reſſerrées en entrant dans une eſpece de golfe, les premieres qui parviennent au fond de *l'anfractuoſité* que forment les côtes de Bretagne, ne pouvant s'échapper faute d'iſſue, s'élevent étant pouſſées par celles qui viennent après, & qui ſont toutes déterminées par un mouvement, ſoit direct, ſoit de réflexion, à avancer du même côté, tandis qu'elle ne croît en mortes eaux que de 9 à 10 pieds. On peut conjecturer que ce dernier événement provient de ce que le volume d'eau dans les quadratures n'étant pas auſſi fort, il paſſe aiſément dans le canal, & ne donnant pas avec aſſez d'action contre l'Angleterre, il ne peut conſéquemment réfléchir vers la baye du mont Saint-Michel ; au lieu que dans les nouvelles & pleines lunes il reflue de ce côté & occaſionne quantité de circulations dans ces parages, qui y font gonfler la mer davantage.

En pleine mer les eaux ne s'élevent point auſſi haut que vers les côtes. Erreur de ceux qui ont prétendu qu'il n'y avoit plus de marée au-delà du ſoixantieme degré de latitude.

595. Il arrive au contraire qu'en pleine mer & aux iſles fort éloignées du continent, où les eaux ne peuvent ſe refouler les unes les autres, elles ne s'élevent que peu. L'on aſſure que ſous la zone torride même, où il ſembleroit que les marées devroient être plus fortes que par-tout ailleurs, parce que la cauſe agit plus immédiatement, la mer ne monte guere que de 3 ou 4 pieds ; cependant M. *Bouguer* a obſervé dans ſon *voyage du Perou*, fait par ordre du Roi, qu'à *Panama*, dans la mer du ſud, le flux montoit à plus de 16 pieds. Il gonfle à peu près de même le long des côtes d'Eſpagne, s'élevant à la hauteur de 14 à 15 pieds, à celles de Bretagne de 16 à 17, en Normandie, Picardie & Flandres de 17 à 18 pieds, tandis que dans

quelques ports d'Angleterre & de Hollande, la mer ne monte que de ſix à ſept pieds; ce qu montre ſenſiblement combien la configuration particuliere des côtes qui forment chaque havre ou port, doit apporter de différence dans la hauteur des marées, comme l'on en peut juger en parcourant la table que nous rapportons de l'établiſſement des ports le long des côtes occidentales & ſeptentrionales de l'Europe.

Comme il étoit aſſez naturel de penſer que plus une mer étoit éloignée de l'équateur & moins le flux devoit y être ſenſible, pluſieurs auteurs ont avancé qu'il n'y avoit plus de marée paſſé le ſoixantieme degré de latitude, parce qu'apparemment ils n'ont point eu connoiſſance des obſervations faites par nombre de fameux navigateurs qui ont le plus approché du pole arctique, entre autres *Jean Davis*, qui a été en 1587 au-delà du ſoixante-douzieme degré, où il a trouvé que le flux étoit beaucoup plus fort que ſur les côtes d'Afrique: c'eſt ſur quoi il ne reſte plus de doute depuis que M. *Henry Ellis*, gentilhomme Anglois, a rapporté dans la relation de ſon *voyage de la baye d'Hudſon*, fait en 1746 & 1747, que ſur les côtes de l'Océan atlantique, au-delà du ſoixante-cinquieme degré de latitude, la mer montoit de pluſieurs braſſes. Il a lui-même remarqué que dans la baye d'Hudſon, ſur la côte du Welcome, à la latitude de 64 à 65 degrés, les marées montoient juſqu'à 16 pieds lors des nouvelles & pleines lunes; d'où il tire de judicieuſes conſéquences qu'il y a néceſſairement un paſſage du nord-oueſt de cette baye à la mer du ſud: paſſage ſi recherché depuis pluſieurs ſiecles par les Anglois, afin d'abréger le chemin des grandes Indes.

L'arrivée des marées d'un même jour retarde d'autant plus dans les ports de la Manche, qu'ils ſont plus éloignés de la mer du large, à quoi contribuent auſſi les jettées qu'on a fait.

596. On obſerve auſſi que l'arrivée des marées retarde d'autant plus, eu égard à l'établiſſement des ports de la Manche, qu'ils ſont plus éloignés de *la mer du large*, ou de l'embouchure du détroit, ce qui eſt bien naturel. Ainſi toutes les fois qu'on retrécit l'entrée d'un port par des jettées ou par quelqu'autre ouvrage, on fait retarder l'heure des marées, & l'établiſſement de ce port n'eſt plus alors le même qu'auparavant; outre cela les marées y ſont moins fortes, quoique la rapidité de l'eau en entrant devienne plus grande; mais cet excès de rapidité ne répare pas la diminution que cauſe le retréciſſement de ſon ouverture. En effet, ſi la mer entre plus vîte, ce n'eſt que parce qu'elle eſt moins haute dans le port que dehors, d'où il réſulte qu'elle doit employer plus de tems à en ſortir qu'elle n'en a mis à y entrer; ce qui eſt conforme à l'expérience, ſur-tout ſi ce

port répond à l'embouchure d'un fleuve, comme eſt celui du Havre de Grace, où la Seine eſt cauſe qu'il garde ſes eaux plus long-tems qu'aucun autre de la Manche. Ainſi lorſque par la diſpoſition des jettées il arrivera que les marées s'y feront plus tard, elles doivent auſſi y être moins conſidérables, c'eſt-à-dire, que la mer doit monter moins haut & deſcendre moins bas.

Cependant cette regle n'eſt pas ſi générale qu'il n'y ait quelquefois des cauſes capables de produire le contraire; par exemple, M. *Caſſini* rapporte dans les *mémoires de l'académie royale des ſciences*, année 1710, que M. *Baerte* avoit remarqué, en faiſant ſes obſervations à Dunkerque ſur le flux & reflux de la mer, que quoique la longueur du chenal fût de 1435 toiſes depuis ſon embouchure, qui étoit alors de 35 toiſes de largeur, juſqu'à l'endroit le plus étroit, réduit à 16 ſeulement, il n'y avoit aucune différence ſenſible entre le tems de la haute mer dans le port de la marine & celui de la haute mer vis-à-vis le risban, ce qu'on a eſſayé par cinq fois différentes aux plus beaux jours de l'été. Ceci donneroit lieu à beaucoup de recherches & d'examen, mais il faut toujours dans cette matiere, comme dans tant d'autres, fonder ſes réflexions ſur les faits & la connoiſſance du local.

Suite de l'art. précédent, à l'occaſion des ports qui ſe trouvent reculés dans les terres, avec les attentions qu'il convient d'avoir aux circonſtances du local.

597. La quantité dont les ports ſont plus ou moins avancés dans les terres, met auſſi de la différence dans leur établiſſement ou dans l'heure des pleines mers; c'eſt de quoi l'entrée des rivieres nous fournit des exemples. Aux rivages de l'embouchure de la Loire, la mer eſt pleine les jours des conjonctions à 3 heures 45 minutes; mais à Painbœuf, qui eſt avancé de pluſieurs lieues en remontant cette riviere, l'établiſſement eſt à 5 heures 30 minutes; & ſi l'on remonte plus haut juſqu'à Nantes, l'on verra que le flux met encore plus long-tems à s'y faire ſentir, & que l'établiſſement y eſt à 8 heures; mais comme les marées dépendent toujours des mêmes cauſes générales, cela n'empêche pas que ce retardement ne ſoit par-tout le même d'un jour à l'autre.

Pour avoir une connoiſſance certaine du mouvement de la mer le long des rivages, il faut non-ſeulement prendre garde aux iſles, aux écueils & aux promontoires qui font bricoler les eaux en tout ſens, mais encore conſidérer les détroits & les embouchures des fleuves qui s'y rencontrent auſſi de tous côtés, dont les diverſes ſituations donnent lieu à une combinaiſon de mouvemens différens qu'on ne ſauroit trop étudier avant que

d'entamer un projet relatif à la côte pour ſe conduire en conſéquence.

On obſerve, par exemple, que dans tous les détroits, embouchures & golfes expoſés à l'eſt, l'Océan flue & reflue de l'oueſt à l'eſt, & de l'eſt à l'oueſt, & qu'au contraire il flue & reflue de l'eſt à l'oueſt & de l'oueſt à l'eſt dans tous les rivages placés à l'oueſt; & qu'il en eſt de même des autres qui ſont au nord & au ſud, où l'Océan ſe meut au contraire du ſud au nord & du nord au ſud, & généralement de tous les biais imaginables, ſelon que la ſituation des autres rivages, celle des embouchures, des détroits & des golfes ſe trouve orientée.

Il faut prendre garde que nous n'entendons pas ſeulement parler en général des longs côtés de l'Europe, de l'Afrique & de l'Amérique orientés de la ſorte, mais auſſi en particulier de tous les rivages grands & petits qui y ſont compris, & qui forment par leurs divers plis & replis des expoſitions qui regardent directement ou de biais les quatres points cardinaux.

598. Pour bien concevoir la maniere dont ſe meuvent les eaux de l'Océan le long des rivages, on peut les conſidérer quand elles fluent, par exemple, de l'équateur vers les poles comme un grand fleuve qui croît & déborde de toute part; & au contraire lorſqu'elles refluent des poles vers l'équateur, comme le même fleuve quand il décroît & rentre dans ſon lit. Selon la premiere ſuppoſition, un fleuve qui déborde par une grande abondance d'eau a toujours trois mouvemens différens; l'un au milieu, qui eſt le fil de l'eau, & les deux autres vers ſes rives où il cauſe le débordement provenant de l'accroiſſement des eaux; de même quand l'Océan flue de l'équateur vers les poles, ces eaux ont auſſi trois mouvemens différens, l'un en pleine mer appellé le grand cours, & les deux autres entre ce même cours & les rivages collatéraux, où ils rempliſſent tous les golfes, embouchures, bayes & autres lieux; ainſi c'eſt par ces deux derniers mouvemens qu'elle rejette & renvoie tout vers ſes bords.

Comparaiſon des effets du flux & reflux de la mer, à ceux d'un grand fleuve qui ſe déborde en croiſſant, & qui ſe retire enſuite.

Comme il arrive aux fleuves qui avoient débordé que, venant à décroître, les eaux qui s'étoient écartées du courant principal pour inonder les campagnes circonvoiſines, retournent dans leur ancien lit; de même lorſque les mers refluent & diminuent d'un côté, toutes les eaux qui s'étoient détachées du grand courant pour fluer vers les côtes, refluent alors vers la pleine mer pour s'y réunir & la ſuivre vers l'équateur.

On voit donc la raiſon qui fait que quand on examine la mer le long des côtes ſituées à l'orient, elle paroît ſe mouvoir partout de l'eſt à l'oueſt & de l'oueſt à l'eſt, parce que l'on n'apperçoit pas ce qui ſe paſſe à pluſieurs lieues au loin, & que quand on ſe trouve ſur des rivages orientés au midi, l'on eſt diſpoſé à croire qu'elle ſe meut du nord au ſud & du ſud au nord. Il ne faut donc plus s'étonner ſi l'on obſerve preſque partout que les eaux de la mer ſe portent aſſez directement vers les côtes pendant le flux, & qu'elles prennent une route contraire pendant le reflux.

Examen de ce qui arrive dans la mer Méditerranée à l'occaſion du flux & reflux.

599. L'opinion commune eſt que la mer Méditerranée n'a point de marée réglée, & que le peu de flux qu'on y trouuve eſt cauſé par les vents, excepté le long des côtes les plus méridionales d'Eſpagne, où elle participe beaucoup du flux & reflux de l'Océan par le détroit de Gibraltar; mais quand on examine cette mer aux rivages plus éloignés, comme le long de ceux d'Italie, l'on voit qu'elle croît ou décroît environ d'un pied, & bien plus encore à Veniſe, où les marées s'élevent juſqu'à 3 pieds, parce que là ſon étendue nord & ſud eſt plus grande qu'ailleurs de toute la longueur du golfe Adriatique, dans lequel les eaux étant pouſſées par la cauſe générale des marées, ſe refoulent les unes les autres juſqu'au bout du golfe qui, allant toujours en ſe retréciſſant, fait que la mer gonfle faute de pouvoir s'étendre en largeur, ce qui n'arriveroit point ſi l'action du flux & reflux n'avoit pas lieu ſur cette mer. On peut d'autant moins s'y méprendre, que cela n'arrive qu'au tems des ſyzigies, tandis qu'aux quadratures elle ne croît ni décroît preſque point à Veniſe où le flux eſt ordinairement le plus marqué; car il ne faut pas confondre ſes accroiſſemens naturels avec l'élévation où elle monte quelquefois lorſqu'elle eſt enflée par les vents du midi qui la chaſſent vers les côtes de l'Europe.

Le mouvement régulier des eaux dans le détroit de Meſſine & dans celui de Calcédoine, eſt une preuve que la mer Méditerranée a un flux & reflux.

600. Une preuve convaincante que cette mer flue & reflue, c'eſt que chaque fois que les eaux commencent à croître aux côtes d'Italie par l'arrivée de la marée, elles entrent dans le détroit de Meſſine par les deux bouts en même tems, y refluent pendant 6 heures les unes contre les autres juſqu'au milieu, où elles ſe choquent & s'entremêlent, après quoi elles fluent & en reſſortent auſſi par les deux bouts pendant les 6 autres heures ſuivantes, ce qui vient de la diſpoſition de ce détroit qui a 12 grandes lieues de long, & qui ſépare, comme l'on

l'on ſait, la Suiſſe du continent d'Italie.

Ceſar d'Arcons prétend que dans l'Archipel, au détroit de Calcédoine, qui ſépare la Grece de l'iſle de Negrepont, ſi l'on obſerve d'une poſition convenable les différens mouvemens des eaux de ce détroit, on les verra auſſi entrer en même tems par les deux bouts & ſe rencontrer vis-à-vis cet endroit, après avoir mis 6 heures à ſe joindre; qu'enſuite elles ſe ſéparent & retournent pendant 6 autres heures d'où elles étoient venues, après quoi elles rentrent tout de nouveau pour recommencer la même manœuvre, qui arrive deux fois en 24 heures & 48 minutes. Cet auteur ajoute que les anciens, faute d'avoir examiné ces différens mouvemens du ſeul endroit d'où l'on pouvoit en bien juger, au lieu de 8 n'en avoient compté que 7; que comme ils attribuoient du merveilleux à ce nombre, ils n'ont point manqué de le ſaiſir pour débiter mille chimeres ſur ce détroit, quoiqu'il n'eût rien que de commun avec celui de Meſſine, & la plupart des autres formés dans l'Océan par les iſles ſituées près des grandes côtes.

Autre preuve tirée de ce que l'on remarque ſur les rivages du golfe Adriatique. Il faut qu'une mer ait au moins 150 lieues de largeur, nord & ſud, pour que les marées y ſoient ſenſibles.

601. Une autre preuve encore que cette mer flue & reflue du ſud vers le nord & du nord vers le ſud, & que les marées ſont d'autant plus fortes qu'elle a plus de largeur dans cette direction, c'eſt que quand elle croît de 3 pieds à Veniſe, elle ne croît que de 2 à Ancone, que d'un ſeulement vers le milieu de la longueur du même golfe, & très-peu à Brindes & à Otrante, qui ſont à ſon embouchure, ſitués vers le milieu des 300 lieues que la mer Méditerranée a de largeur depuis Veniſe juſqu'au rivage d'Afrique.

Il eſt à remarquer que ſi cette mer n'a ſur la plupart de ces côtes que très-peu de flux & reflux, cela vient de ſon peu d'étendue nord & ſud, puiſque les inégalités de l'accroiſſement des marées répondent aſſez juſte aux inégalités de ſa largeur nord & ſud, qui doit avoir au moins 150 lieues pour que les marées ſoient bien ſenſibles dans le tems des nouvelles & des pleines lunes.

Foibles raiſons de ceux qui attribuent à l'Océan les mouvemens réglés qu'on remarque dans la Méditerranée. Si certaines mers pla-

602. Ceux qui veulent attribuer aux ſeules marées de l'Océan les mouvemens réglés que l'on remarque dans quelqu'endroit de la Méditerranée, diſent que pendant le flux les eaux qui paſſent par le détroit de Gibraltar, venant heurter contre les côtes d'Eſpagne, ſe réfléchiſſent vers le rivage d'Afrique, de-là ſont renvoyées dans le golfe de Veniſe, où elles cauſent par leur preſſion le flux qui s'y fait ſentir, qui ne peut avoir lieu dans

cées ſous la zone torride, n'ont point de flux & reflux, cela vient de ce qu'elles ont moins de capacité que n'en a le grand cercle de la lune.

l'Archipel, vu ſa grande diſtance de l'Océan. Mais ſi l'on conſidere que le détroit n'a qu'environ 5 lieues de largeur ſur 10 de longueur, l'on aura peine à concevoir que l'Océan puiſſe fournir un courant aſſez fort pour produire tous ces bricolemens, quand même la Méditerranée lui ſeroit inférieure, malgré la répugnance que nous avons de le croire; puiſque ſuppoſant que cela eût été autrefois, cette mer, à force de recevoir les eaux de l'Océan depuis tant de ſiecles, ne devroit-elle pas aujourd'hui ſe trouver de niveau avec lui, ſans tenir compte des pertes qu'elle peut faire par les évaporations, qui ſemblent être remplacées de la part des fleuves qui s'y déchargent? Il y a apparence que ce préjugé, ſi c'en eſt un, vient de ce qu'on prétend que les vaiſſeaux ont plus de facilité à paſſer de l'Océan dans la Méditerranée pendant le flux, qu'ils n'en trouvent à en ſortir, quoique ſecondés d'un vent favorable.

La mer Méditerranée n'eſt pas la ſeule privée d'un flux & reflux conſidérable; tout le monde ſait que la mer Baltique & le Pont-Euxin n'en ont aucun, & que pluſieurs autres ſont dans le même cas, à cauſe de leur défaut de communication avec l'Océan, ſans parler de la mer Caſpienne & de quelques golfes, quoiqu'ils ſe rencontrent ſous le paſſage du corps de la lune, parce que leur étendue étant moindre que celle du grand cercle de cette planete, dont le diametre eſt eſtimé de 725 lieues, ſon action ſe fait par-tout également, & empêche par-là le flux & reflux; ainſi ce n'eſt que dans les vaſtes mers qui excedent la capacité du grand cercle de la lune, qu'on obſerve ce mouvement & l'effet ſucceſſif qui s'enſuit.

La mer Rouge n'a de flux qu'au fond du golfe, ainſi qu'à ſon embouchure, & preſque point vers le milieu.

603. Pour dire auſſi un mot de la mer Rouge, dont nous aurons occaſion de parler particulierement, en faiſant mention des entrepriſes des anciens pour la joindre à la Méditerranée par un canal, il n'y a rien de ſi oppoſé que ce qu'en ont écrit quelques auteurs, les uns prétendent que les marées y ſont plus fortes qu'en aucune mer du monde, les autres au contraire qu'elle n'en a point du tout; mais *Scaliger*, & pluſieurs écrivains célebres, rapportent qu'à la vérité cette mer ne croît ni ne décroît jamais vers le milieu de ſa longueur, qui eſt d'environ 350 lieues; mais que vers l'iſthme de Suez, à ſon extrêmité la plus ſeptentrionale, ſon flux eſt à peu près le même qu'à Veniſe, c'eſt-à-dire, d'environ 3 pieds, & qu'à l'extrêmité méridionale ces eaux ne ſont que participer du plus ou moins de ce qui arrive à l'Océan dont elles ſont partie; ce qui nous a été confirmé

par M. *de la Bourdonnais*, qui connoît cette mer pour y avoir fait cinq voyages.

Pourquoi il y a des endroits de la mer où le flux ne paroît que tous les 15 jours, & en d'autres que tous les six mois.

604. Quoique la cauſe naturelle & ordinaire des marées dans l'Océan ne manque jamais d'occaſionner le flux & reflux alternativement deux fois chaque jour, il y a pourtant des endroits, comme aux iſles de Cuba & à Saint-Domingue, où le flux & reflux ne paroiſſent que tous les quinze jours, c'eſt-à-dire, deux fois ſeulement pendant chaque mois; & en quelques autres que de ſix en ſix mois, ou deux fois dans le cours de chaque année, comme au golfe du Mexique, & en quelques rivages de la Méditerranée; enſorte qu'après avoir paru dans leur ordre alternatif deux ou trois jours de ſuite, ils ne paroiſſent plus que de quinze en quinze jours dans les premiers lieux, & qu'au bout de ſix mois dans les ſeconds. Pour expliquer la cauſe de cette merveille, il ſuffit de ſe rappeller que nous avons dit (art. 601) que quand les mers avoient moins de 150 lieues de largeur du nord au ſud, le flux & reflux n'étoient point marqués comme aux autres beaucoup plus étendues, parce que la cauſe qui agit dans le tems des quadratures n'eſt point aſſez forte. Mais lorſqu'au tems des nouvelles & pleines lunes cette cauſe fait plus d'impreſſion que de coutume, il eſt tout naturel qu'elle produiſe un flux & reflux aux endroits où il n'en paroiſſoit point au tems des quadratures, comme à Saint-Domingue. Lorſqu'il arrive dans certaines mers que cette cauſe ne ſuffit pas encore au tems même des nouvelles & pleines lunes, mais ſeulement dans celui des équinoxes, où nous avons dit (article 593) que la mer montoit environ d'un ſixieme, & baiſſoit d'un autre ſixieme, plus qu'à celui des ſolſtices, il n'eſt pas étonnant que vers le milieu du golfe du Mexique, qui n'a qu'environ cent cinquante lieues d'étendue du nord au ſud, le flux & reflux ne s'y manifeſtent que tous les ſix mois dans le tems des équinoxes, & jamais dans les autres lunaiſons.

Conjecture ſur la cauſe des courans réguliers que l'on remarque entre les tropiques.

605. Il eſt d'une extrême importance, lorſqu'il s'agit du choix de la poſition d'un port, d'avoir égard aux différens courans & aux vents qui dominent le plus vers la côte. Parmi les courans il y en a de réguliers & d'irréguliers; celui qui regne entre les tropiques coule d'orient en occident avec tant de violence, que les vents les plus contraires ne le ralentiſſent que peu: ce qui fait que la navigation des Indes orientales en Afrique, & de-là au Breſil, eſt beaucoup plus aiſée que le retour vers

l'orient. On remarque ce même effet dans l'Océan ſeptentrional, avec cette différence qu'il eſt moins ſenſible & plus facile à parcourir allant dans le levant à la faveur des vents de nord-eſt & de ſud-eſt. Quelques-uns attribuent la cauſe de ce courant au mouvement de révolution de la terre en 24 heures, qui ne ſe communiquant pas entierement à la mer, eſt cauſe par conſéquent qu'elle paroît aller en ſens contraire. On croit auſſi que ce mouvement continuel de la mer vers l'oueſt, vient de ce qu'elle eſt pouſſée par les vents aliſés qui ſoufflent dans le même ſens.

Les courans qui n'arrivent que dans certains tems, peuvent être attribués à l'action des vents qui regnent alors.

606. Il y a d'autres courans qui n'arrivent que dans certain tems, & qui n'ont point de ſaiſon réglée: tels ſont ceux des Maldives vers les iſles de Romero, ceux de Saint-Laurent dans l'Archipel, tirant aux iſles Philippines, dont la rapidité eſt ſi grande qu'on y a vu des vaiſſeaux à l'ancre rompre les plus gros cables. Au reſte, il n'eſt guere poſſible d'aſſigner de cauſes poſitives à la multiplicité des courans irréguliers qui ſe rencontrent; on peut cependant ſuppoſer qu'ils dépendent du fond de la mer, diverſement entrecoupé par des bancs; alors les eaux venant à être agitées de la part des vents, ſont pouſſées avec impétuoſité contre les rochers qui les forcent, en ſe réfléchiſſant, de prendre des cours d'autant plus grands que l'impulſion en eſt plus forte & l'eſpace entre les bancs plus étroit. Ainſi la mer étant continuellement frappée par les vents, il eſt naturel que ceux qui ſont réglés produiſent des courans conſtamment les mêmes, & que les vents périodiques forment des courans qui leur reſſemblent.

Particularité des courans que l'on remarque dans la Manche.

607. La poſition des iſles Angloiſes, Gerſey, Gerneſey, Sers, Hermes & Origny, qui diviſent l'entrée de la Manche, eſt auſſi cauſe de pluſieurs courans très-dangereux aux navigateurs; elle laiſſe quelques paſſages, entre autres celui le long de la Normandie nommé *la Déroute*, qui eſt des plus périlleux. On y a vu des navires mouillés en grandes malines à 10 & 12 braſſes d'eau demeurer à ſec, la mer étant retirée; il eſt plein de rochers & de bancs qui forment des courans irréguliers; s'il ſurvient quelque tempête, le plus expérimenté pilote a peine à ſe garantir du naufrage, ſur-tout s'il eſt pris de vents contraires qui l'empêchent de doubler le cap de la Hogue; c'eſt cependant la route que tiennent ordinairement les navires François, principalement en tems de guerre, afin d'éviter les frégates & les corſaires Anglois qui croiſent ſans ceſſe dans les autres

paſſages. Ce ne ſont pas les ſeuls écueils à craindre ; les raz Blanchard & de Barfleur ne ſont pas moins formidables, leurs extrêmités ſont hériſſées de pointes de roches, contre leſquelles on eſt ſouvent jetté, faute d'aſyles aſſurés. Cette mer mérite pourtant une grande attention, étant la plus fréquentée & la plus utile au commerce de la France ; cependant ſa côte eſt dénuée de ports tels qu'il en faudroit pour faciliter la navigation.

De même les eaux partagées par les iſles de la Grande-Bretagne, venant à la heurter, ſont en partie renvoyées vers Terre-Neuve, où elles montent de 10 à 12 braſſes en quelqu'endroit de l'Acadie. On remarque le long de ces côtes, dans les tempêtes, un mouvement circulaire qui jette ſouvent les navires contre les bancs & les écueils qui s'y trouvent, ce qui arrive communément dans l'arriere-ſaiſon. Le conflit des courans oppoſés peut bien produire cet effet ; la mer allant d'orient en occident eſt arrêtée par l'Amérique, y forme un flux qui s'étend le long des côtes vers les poles, lequel rencontrant celui qui eſt renvoyé du nord, fait gonfler prodigieuſement les eaux au Port-Royal & ailleurs. Ce ſeroit un travail infini que de vouloir expoſer toutes les viciſſitudes qu'on apperçoit dans la vaſte étendue des mers ; ce que nous venons de dire ſuffit pour donner une idée de leurs effets, afin de les appliquer utilement au ſujet que nous avons en vue.

608. On peut encore enviſager les vents comme le ſoutien des courans qui ſe diverſifient ſuivant l'impulſion des premiers, & eu égard à la poſition des côtes. En certains endroits les rumbs de vent font monter la mer plus haut que de coutume, & d'autres l'empêchent de ſe retirer auſſi bas qu'elle feroit s'ils étoient calmes, ou s'ils ne venoient point de ce côté-là. Ainſi l'expérience de 4 ou 5 marées ne doit point ſuffire pour en aſſigner la hauteur poſitive, puiſqu'on en peut à peine juger dans le cours d'une année. D'où il réſulte qu'il eſt d'une extrême conſéquence de bien étudier toutes les circonſtances qui peuvent contribuer à la bonté d'un port & d'une rade, en examinant ſérieuſement la ſituation des lieux & comment l'on remédiera aux défauts qu'on aura reconnu. Il faut pour cela une grande connoiſſance de la mer, autrement il eſt bien à craindre qu'on ne commette des fautes préjudiciables au bien de l'Etat.

Les vents peuvent beaucoup contribuer à augmenter la hauteur des marées, dont on ne peut bien juger que par une grande ſuite d'obſervations.

Nous n'entreprenons point de rechercher la cauſe & la nature des vents, ce ſeroit un travail qui ne feroit que nous écarter de

notre ſujet principal, ſans pouvoir nous flatter de répandre plus de jour ſur cette matiere que ne l'ont fait tant d'habiles phyſiciens. Il nous ſuffira de dire qu'il y en a de réguliers & d'irréguliers; que les premiers ſoufflent conſtamment en certains pays dans une étendue déterminée, & que les ſeconds n'ont point de tems préfix qui nous ſoit bien connu; on ſait ſeulement à l'égard des premiers, que les plus réguliers ſont ceux qui ſoufflent preſque en tout tems entre les deux tropiques d'orient en occident, & les annuels qui pendant l'été vont du nord vers l'équateur, & pendant l'hiver du pole auſtral vers le même équateur. Il eſt aſſez vraiſemblable que ces différens ſouffles proviennent du plus ou moins de dilatation que le ſoleil cauſe à l'air.

De la diviſion & du nom des vents, par rapport aux 4 points cardinaux.

609. Peu de perſonnes ignorent que les quatre vents que l'on nomme *cardinaux*, ſont ceux du *nord* ou du *ſeptentrion*, du *midi* ou du *ſud;* le vent d'*oueſt* ou d'*occident*, le vent d'*orient* ou d'*eſt:* qu'il y en a quatre autres collatéraux, dont le nom eſt compoſé des deux entre leſquels chacun eſt ſitué, qui ſont le *nord-eſt*, le *nord-oueſt*, le *ſud-eſt*, le *ſud-oueſt*. Huit autres prennent leur dénomination des vents cardinaux & collatéraux; ainſi celui qui eſt entre le nord & le nord-eſt s'appelle *nord-nord-eſt*, & ceux qui ſuivent, *nord-nord-oueſt*, *ſud-ſud-eſt*, *ſud-ſud-oueſt*, *eſt-nord-eſt*, *eſt-ſud-eſt*, *oueſt-nord-oueſt*, *oueſt-ſud-oueſt*. On en compte encore ſeize, dont chacun prend le nom d'un vent cardinal & d'un collatéral, ou d'un collatéral & d'un cardinal, en y ajoutant ce mot *quart*, de ſorte cependant qu'il commence par celui auprès duquel il eſt, & finit par celui qui eſt le plus éloigné; ainſi le vent le plus près du nord tirant vers l'eſt ſe nomme *nord-quart* de *nord-eſt*, en commençant à compter par le *nord-eſt*. On peut dire la même choſe des autres.

Il faut s'attacher à bien étudier les vents qui regnent dans un port, pour diriger en conſéquence les travaux qu'on veut y faire.

610. L'étude des vents & leur dénomination n'étant pas moins néceſſaires que la connoiſſance des mouvemens de la mer, on doit remarquer ceux qui regnent le plus ordinairement dans les contrées où l'on veut travailler, quels ſont les avantageux ou les contraires aux ports qu'il s'agit de former ou de bonifier; il eſt auſſi très-utile d'en connoître la ſituation, eu égard à l'aſpect du ciel, le déſignant par ſa latitude & longitude. La plupart des marins la fixent par les rumbs de vent où ils ſe perſuadent que la lune ſe rencontre à l'heure de la pleine mer des vives eaux. Ainſi, ſelon eux, lorſque la mer ſe trouve

haute dans les nouvelles & pleines lunes, par exemple, à 8 heures du matin, ils disent que la situation de ce port est à 8 heures; & si la lune en ce tems est à l'oueſt-nord-oueſt, ils nomment la position de ce port ou est-nord-ou est & est-sud-est. Mais il est bien plus naturel de s'attacher à sa vraie position; on éviteroit par-là de confondre l'établissement des marées avec la situation d'un lieu, puisqu'on peut se tromper sur les airs de vents qui ne répondent pas toujours, ainsi qu'on se l'imagine, aux passages de la lune à son méridien, mais aux cercles horaires.

Je finis ce chapitre par la table dont j'ai fait mention (art. 590). Elle comprend l'établissement des ports, c'est-à-dire, de l'heure que la pleine mer y arrive le jour de la nouvelle & pleine lune, avec la hauteur où elle monte dans quelques-uns des principaux. Ainsi l'on voit, par le moyen de cette table, qu'à Ostende, par exemple, il est pleine mer à douze heures une minute dans les conjonctions & oppositions, & qu'à Boulogne c'est à dix heures & quarante-cinq minutes.

TABLE

De l'établiſſement des ports, ou de l'heure que la pleine mer y arrive le jour de la nouvelle & de la pleine lune.

FLANDRES.

	h.	m.
L'ECLUSE.	12	
Hors les bancs de Flandres en mer.	3	
Sur les côtes de Flandres près de terre.	12	
Oſtende.	12	1
Nieuport.	12	
Dunkerque.	11	45
Graveline.	11	30

Le long de la côte de Flandres en dedans des bancs, depuis le Pas de Calais juſqu'à l'embouchure de l'Eſcaut, la mer monte de dix-huit pieds, & ſeulement de quinze au large des mêmes bancs.

PICARDIE.

Calais.	11	30
Ambleteuſe.	11	
Boulogne.	10	45
Etaples.	10	45
L'entrée de la riviere de Somme.	10	30
Saint-Valery ſur Somme.	10	45

Le long de la côte depuis le cap de Caux juſqu'au Pas de Calais, la mer monte de dix-huit pieds.

NORMANDIE.

Tréport.	10	30
Dieppe.	10	15
Saint-Valery en Caux.	10	
Fécamp.	10	
L'entrée de la riviere de Seine.	9	
Havre de Grace.	9	
Honfleur.	9	15

Quilbeuf

	h	m.
Quilbeuf, ſur la riviere de Seine.	10	30
Rouen.	12	15
Caën & Dive.	9	
Ettehan.	10	
Iſigny.	10	
La Hougue.	8	
Au large de la Hougue.	10	30
Port en Beſſin.	8	
Barfleur.	10	30
Cherbourg.	7	45
Au large de Cherbourg.	10	15
Au cap de la Hougue.	12	30
A l'iſle d'Origny.	9	30
Dans le raz Blanchart.	12	45
A l'iſle de Gerneſey.	9	30
Granville.	6	
Au mont S. Michel & Pontorſon.	6	30

A Grandville, aux iſles d'Ornay, Gerſei & Gerneſey, la mer monte de 36 à 40 pieds, & ſeulement de 18 depuis la Hougue juſqu'au cap de Caux.

BRETAGNE.

Cancale.	6	
Saint-Malo.	6	
La rade de la Frenaye.	6	
Aux iſles de Brehat.	6	
Tréguier.	5	30
Morlaix.	5	15
S. Paul de Leon.	5	15
L'iſle de Bas.	5	15
Porſal.	5	
Hors l'iſle d'Oueſſant en mer.	4	30
Dans le paſſage du Four.	4	
Dans l'Yroiſe.	4	15
Dans la baye de Breſt.	3	30
Dans le port de Breſt.	3	45
Dans le raz de Fontenay.	4	
Audierne.	3	30
Sur les côtes méridionales de Bretagne.	3	

	h.	m.
Penmarck.	3	30
Benaudet.	3	30
Concarneau.	3	45
Port-Louis ou Blavet.	4	
Belle-Iſle.	1	45
L'iſle de Groa.	1	45
Vannes.	1	45
Auray.	3	45
Morbihan.	3	
La riviere de Vilaine.	3	45
Port-Blanc.	4	15
La Roche-Bernard.	4	30
Le Croiſic.	3	45
Nantes, à l'entrée de la Loire.	3	45
Bourneuf.	4	
L'iſle Noirmoutier.	3	15

Le long de la côte du ſud de Bretagne, depuis l'embouchure de la riviere de Loire, juſqu'au raz de Fontenay dans l'Yroiſe & paſſage du Four, la mer monte de 18 pieds. Dans les rades de Douernené & de Bertaume, elle monte de 20 pieds. A l'iſle de Bas, elle monte de 25. Aux 7 Iſles, elle monte de 30. A Brehat, S. Malo & Cancale, elle monte de 45 pieds.

POITOU.

Sur les côtes de Poitou.	3	
Beauvoir.	3	30
L'Iſle-Dieu.	3	
Ollone.	3	15
L'Iſle-de-Ré.	3	15
Dans le Pertuis-Breton.	3	30
Dans le Pertuis d'Antioche.	3	30
La Rochelle.	3	45
Chapus.	3	30
Rochefort.	4	15
Brouage.	3	45

Dans toutes les côtes de Poitou, de même qu'à la Rochelle, dans les rades de l'iſle-de-

Ré & de chef de bois, la mer monte de 15 pieds.

GASCOGNE ET GUIENNE.

	h.	m.
Sur les côtes de Gaſcogne & Guienne.	3	
A l'entrée de la Garonne, au nord de la tour de Cordouan.	4	30
Royan ſur la Garonne.	3	45
Au ſud de la tour de Cordouan.	3	45
Bordeaux.	7	15
Dans le baſſin d'Arcaſſon.	3	45
Memiſſan.	3	15
Bayonne.	3	45
S. Jean-de-Luz.	3	15
Sur toutes les côtes ſeptentrionales d'Eſpagne.	3	
Dans les ports & havres ſur les mêmes côtes.	3	45
Sur les côtes occidentales d'Eſpagne & de Portugal.	3	
Depuis le cap Finiſterre juſqu'à la riviere de Montigo.	3	
Dans les ports & havres ſur les mêmes côtes.	3	45

Dans toutes les côtes de Gaſcogne & de Guienne, de même qu'à Bordeaux & Bayonne, la mer monte de 15 pieds.

PORTUGAL.

Lisbonne.		
Setuval.	4	
Cap S. Vincent.	4	30
Farao.	3	
Tavilla.	2	15
Le long des côtes, à l'entrée des rivieres & des ports de Portugal depuis le cap Sainte-Marie, juſqu'à celui de Finiſterre, la mer monte de 12 pieds.	1	30

ESPAGNE.

	h.	m.
Aimonte.	1	30
Lepe.	1	30
Guelva.	12	45
Palos.	12	45
Sanlucar de Barrameda.	1	45
Cadix.	2	

Le long des côtes d'Eſpagne, depuis le cap Finiſterre juſqu'à Saint-Jean-de-Luz, la mer monte de 15 pieds, & depuis le cap Sainte-Marie juſqu'au détroit de Gibraltar, elle monte de 10. Le long des côtes de Barbarie, depuis le détroit de Gibraltar juſqu'au cap de Geer, elle monte de 10 pieds, & ſeulement de 7 à 8 aux iſles Canaries.

ANGLETERRE.

Barwich.	3	45
L'entrée de la riviere de Rive.	3	15
Neucaſtel.	5	15
Hartelpole.	3	15
Dans la Tées.	3	15
Scarborough.	4	15
A Blamborough.	4	30
Hull.	6	
L'entrée de la riviere de Humber.	5	15
Lynne.	6	45
Blanchney.	6	45
Cromer.	8	45
Yarmouth.	10	30
Hors les bancs devant Yarmouth.	9	15
Leyſtaff.	10	30
Orfort.	10	45
Harwich.	10	45
L'entrée de la Tamiſe.	1	30
Londres.	3	
Nordforland.	11	30
A la rade des Dunes.	10	45

	h.	m.
Sandwick.	11	30
Douvres.	11	45
La Rye.	11	30
Au cap de Beveſier.	12	
Nieuhaven.	12	
Arundel.	12	45
Sur les bancs de Veenbrug.	10	30
Sous le ſigne à l'eſt de l'iſle de Wicht.	9	15
A la rade de Sainte-Helene.	10	30
Portſmouth.	11	45
Southampton.	12	
Aux éguilles de l'iſle de Wicht.	9	
Au havre de Lapole.	9	15
A Waymouth.	9	
Dans le raz de Portland.	8	45
A Exmouth.	5	30
Torbay.	5	15
Dartmouth.	5	15
Plimouth.	5	15
Fawic.	5	15
Falmouth.	6	
A Monsbaye.	4	45
Aux Sorlingues.	4	30
Sur la côte, depuis l'extrêmité de l'Angleterre, juſqu'à la pointe de Harland.	4	30
Sainſyves.	4	45
Padslou.	4	45
A l'iſle Londey.	6	
A l'entrée du canal de Briſtol.	6	
Bedifort.	6	30
Ilfercombe.	6	45
Dans la rade de Briſtol.	6	45
A Cardief.	6	15
Caermarthen.	5	45
Milfort.	5	30

Aux iſles Sorlingues, à l'oueſt de l'Angleterre, juſqu'au cap Lezard, la mer monte de 20 pieds, de 24 le long de la côte, & dans les ports depuis le cap Lezard juſqu'à Gouſtard, & auſſi de 24 pieds depuis Porland

juſqu'à l'iſle de Wicht ; mais dans la rade de Sainte-Helene, au nord de l'iſle de Wicht, elle ne monte plus que de 18 pieds, & ſeulement de 16 le long de la côte. Quant à la partie orientale dans la rade des Dunes, auſſi bien que depuis l'iſle Tanet juſques devant la Tamiſe, la mer monte de 12 pieds. Le long de la côte, depuis la Tamiſe juſques devant Yarmouth & la pointe de Winterton, elle monte de 15 pieds; enfin depuis la pointe de Winterton juſqu'à celle de Trimingkampton & aux entrées des rivieres de Tays & de Tine, elle monte de 18 pieds, ainſi que le long des côtes du nord d'Ecoſſe & des iſles Orcades.

ECOSSE.	h.	m.
Aux iſles Fero.	12	30
Aux iſles Schetland.	1	45
Aux Orcades.	2	
Birden ou à Berdonc.	3	15
Boccheneſs.	3	45
A l'entrée de la riviere d'Edimbourg.	3	30
Edimbourg.	4	30
Dans l'entrée orientale de Lembs.	10	45
Dans l'entrée occidentale de Lembs.	9	

IRLANDE.		
Saint-David.	5	45
Caernarvan.	7	
Karlingfort.	10	45
Strangfort.	10	30
Knocfergus.	10	15
A l'iſle Raghlins.	7	15
Longhfoyle.	6	45
Longhſuvilly.	6	30
Scheipshaven.	6	
Dunghall.	4	30
Endrigo & Moy.	4	15
Sur les côtes occidentales d'Irlande.	3	45
Portnifadoy.	5	

	h.	m.
Dans la baye de Beterbuy.	4	30
Gallouay.	4	15
Dans la riviere de Limerik.	6	
Au havre de Smerik.	3	15
Dans la baye de Dingle.	4	30
Dans la baye de Kilmare.	4	45
Dans la baye de Bantry.	5	15
Crok.	4	30
Sur les côtes méridionales d'Irlande.	4	30
Baltimore.	4	45
Au cap de Clare.	4	30
Roſs.	5	
Kinſal.	4	30
A Corck.	4	45
Lochul.	4	45
Dougarvan.	5	
Waterford.	5	45
Balatée.	5	30
Au cap Carnarot.	6	15
Sur les côtes d'Irlande, depuis Grenord juſqu'à l'iſle d'Alque.	10	30
Dublin.	9	
A l'iſle de Man.	9	

Le long de la côte de l'eſt d'Irlande, depuis le cap Carnarot juſqu'à l'iſle Raghlins, & dans la côte d'Ecoſſe & d'Angleterre, depuis le cap Cantir juſqu'à l'iſle d'Angleſey, la mer monte de 18 pieds, & ſeulement de 6 à 7 dans les côtes du ſud de Terre-Neuve.

PROVINCES-UNIES.

Emdem.	12	15
Delfzil.	12	
Hors le Ulic.	8	15
Dans le paſſage de Ulte.	9	
Sur le Wlak de Friſe.	9	30
A Wrek.	2	
Amſterdam.	3	
Horn.	12	15

	h.	m.
Enchayſen.	11	45
Prés de Medenblick.	10	30
Sur le Wlack de Vitriegen.	9	
Dans la rade des Marchands.	7	30
Dans le paſſage du Texel.	6	45
Hors le Texel	6	
Devant la Meuſe.	1	45
A la Brille ou Denbriel.	3	30
Devant la vieille Meuſe.	3	
A Rotterdam.	3	45
A Dordrecht.	4	30
A Goerée.	2	15
A Eronvers-Haven.	3	30
A Weſtcappel.	12	15
A Veere.	1	30
A Armuyden.	1	45
Anvers.	6	45
Fleſſingue.	12	30
Sur les côtes de Futlande.	12	

Aux embouchures de l'Eſcaut & de la Meuſe, & hors le Texel le long de la côte, la mer monte de 20 pieds, & en rade des Marchands en dedans du Texel devant Medemblée, elle monte de 15 pieds, & de 7 ſeulement à Amſterdam.

DANNEMARCK.

A Suy Derſy.	1	30
Dans le canal de Sylt.	12	15
Dans le Leidor.	12	30
Devant l'Elbe.	12	

ALLEMAGNE.

Hambourg.	6	15
Devant le Weſſer.	12	
Bremen.	5	45
Dans le Fade.	12	45

Dans toutes les côtes de Hollande, d'Allemagne & de Dannemarck, juſqu'à la pointe de Scagen, la mer monte de 15 pieds.

CHAPITRE

CHAPITRE II.

Comprenant une description historique des ports les plus célebres établis par les anciens, pour juger des progrès de l'architecture hydraulique, relativement à la marine.

611. L'HISTOIRE nous apprend que les plus anciens peuples qui se soient distingués dans la navigation, sont les Egyptiens & les Phéniciens, & que ce sont eux qui ont montré aux autres nations, par leur exemple, les avantages qu'on pouvoit tirer du commerce de la mer. Il paroît que les Egyptiens s'emparerent principalement de celui qu'on pouvoit faire à l'orient par la mer Rouge; & les Phéniciens de celui d'occident par la mer Méditerranée, qui devint par succession de tems la plus commerçante du monde, à cause du grand nombre de colonies qui s'établirent dans les endroits propres à former d'excellens ports que la nature sembloit avoir disposé exprès.

Les Egyptiens & les Phéniciens sont les premiers peuples qui se sont distingués par le commerce maritime.

Quoique les Phéniciens dussent aux Egyptiens les connoissances qu'ils acquirent du mouvement des cieux, pour se conduire dans les voyages de long cours, ces premiers les surpasserent bientôt en puissance & en gloire. Nés laborieux & avec un génie excellent pour le négoce, ils devinrent si habiles dans la navigation, qu'ils en furent regardés comme les inventeurs, & comme ceux qui pouvoient prouver davantage à quel comble de richesses un peuple peut s'élever par les seules ressources du commerce.

612. Les Phéniciens, dont l'origine est attribuée à une colonie de Sydoniens fugitifs après la prise de leur ville par les Philistins, n'occuperent d'abord qu'une lisiere assez étroite de pays le long des côtes de Syrie, nommée aujourd'hui Sourie, répondant à la partie la plus orientale de la Méditerranée, où ils bâtirent la ville de Tyr, 1245 ans avant Jesus-Christ. Ce port étant des mieux placés pour l'abord des vaisseaux, ne tarda guere à devenir le plus célebre qu'il y eût alors; aussi ses habitans n'épargnerent-ils rien de tout ce qui pouvoit le rendre commode, & le mettre en état de défense contre les nations voisines, qui ne purent voir sans jalousie un établissement aussi floriſſant. Les richesses de ses citoyens s'accrurent tellement par le commerce,

Description du port de l'ancienne Tyr, avec sa destruction par Nabuchodonosor.

que la plupart étoient regardés comme autant de princes, dont la puiſſance devenoit de jour en jour plus redoutable, juſques-là qu'ils ſe trouverent en état de réſiſter pendant treize ans de ſuite à toutes les forces de *Nabuchodonoſor*, qui vint faire le ſiége de Tyr, environ quatre ans après la deſtruction de Jeruſalem. Lui qui avoit ſubjugué tout le reſte de l'orient, à la puiſſance duquel rien ne paroiſſoit devoir réſiſter, fut contraint d'employer un auſſi long intervalle pour ſe rendre maître d'une ſeule ville, encore n'eut-il pas la ſatisfaction de jouir en plein de ſa conquête, les tréſors dont il croyoit s'emparer lui ayant échappé. Les Tyriens, ſans attendre qu'ils fuſſent réduits à la derniere extrêmité, ſe retirerent avec toutes leurs richeſſes dans une iſle voiſine à un demi-mille du rivage, ſans que *Nabuchodonoſor*, dont l'armée étoit épuiſée de fatigues, ſongeât à les y inquiéter; ainſi il ne tira d'autre fruit d'un ſiége auſſi pénible, que la légere ſatisfaction de raſer les murailles de Tyr, & d'en détruire les ſuperbes monumens.

Les Phéniciens ſe retirent dans une iſle, où ils font un nouvel établiſſement.

613. Les Phéniciens ne tarderent point à ſe relever de leurs malheurs, en bâtiſſant une nouvelle Tyr, dans l'iſle où ils s'étoient refugiés; le degré de gloire où elle s'éleva par la navigation la rendit ſi fort au-deſſus de tout ce qu'on peut imaginer, qu'on ſeroit porté à croire qu'il y a de l'exagération dans ce qu'en ont écrit les auteurs profanes, ſi les prophetes n'en avoient parlé avec encore plus de ſplendeur: auſſi étoit-elle regardée comme la reine de la mer, le lieu d'aſſemblée de toutes les nations, qui paroiſſoient moins ſes alliées que ſes tributaires. Cependant les Phéniciens s'étant multipliés à l'infini, établirent pluſieurs colonies, entr'autres celle d'Utique, aujourd'hui Biſerte, ſituée dans le royaume de Tunis, celle de Carthage & celle de Cadix ſur l'Océan.

Deſcription de la nouvelle Tyr.

614. La nouvelle Tyr avoit deux ports, dont le grand, de figure à peu près ovale, capable de contenir plus de cinq cens bâtimens, étoit ſitué au nord de la ville, qui le couvroit des vents du midi; au côté oppoſé étoit une petite iſle de rochers qui lui rompoit la mer, & au levant il avoit la côte de Phénicie, où il ſe trouvoit abrié par les montagnes du Liban, qui fourniſſoit aux Phéniciens des magnifiques bois pour leur marine. Deux moles dirigés en portion de cercle, & qui s'étendoient à la mer, formoient l'entrée de ce port. Cette entrée, qui regardoit le couchant, étoit couverte d'un troiſieme mole, pour la garantir de l'impétuoſité des vagues, & abrier les vaiſ-

ſeaux du port de la tourmente qu'ils euſſent eſſuyée ſans cette précaution. Sur les extrêmités des deux premiers moles fondés à pierres perdues à la profondeur de 25 ou 30 pieds d'eau, & aux têtes du troiſieme, on avoit conſtruit des tours fort élevées, ſervant à défendre les deux embouchures que ces moles formoient, & en même tems pour allumer pendant la nuit des fanaux qui indiquoient la route que les nautoniers devoient ſuivre, afin de gagner ce premier port.

A l'égard du ſecond, deſtiné principalement aux vaiſſeaux marchands, il étoit en partie renfermé dans la ville du côté qui regardoit l'Egypte. Son entrée, décorée d'une magnifique architecture, étoit auſſi couverte par un mole avancé, pour que la mer agitée des vents du midi, n'en rendît point l'accès difficile.

On voyoit ſur les côtés de ces deux ports, des emplacemens diſpoſés exprès pour conſtruire & carener les vaiſſeaux, des magaſins qui en contenoient les agrès, & près de là les autres édifices propres à la marine, le tout défendu extérieurement par une double enceinte, flanquée de groſſes tours, qui paroiſſoient autant de citadelles, dont le pied étoit environné de la mer, & d'écueils à fleur d'eau. La ville étoit d'ailleurs toujours munie des choſes néceſſaires à ſa défenſe & à la ſubſiſtance de ſes nombreux habitans pour un ſiege de longue durée.

Sa deſtruction par Alexandre.

615. Dans un état auſſi redoutable, il ſembloit que la puiſſance de Tyr, reſpectée de tous les pays où elle avoit étendu ſa domination par ſes colonies, devoit croître ſans bornes, lorſque *Alexandre le Grand* vint la ruiner après un ſiége de ſept mois, en la privant entierement de ſa marine, par conſéquent de ſon commerce; cependant le courage de ſes habitans la releva un peu de ſes infortunes, mais ſans pouvoir jamais reprendre ſon ancienne ſplendeur. Après avoir encore eſſuyé dans divers tems une ſuite de révolutions, elle fut enfin entierement détruite par les Turcs en 1291, environ 2536 ans après ſa premiere fondation; de ſorte qu'elle n'eſt plus aujourd'hui qu'un petit bourg, nommé Sur, ſous la nomination du Grand Seigneur.

Les veſtiges qui reſtent de Tyr, donnent lieu de croire que les Phéniciens ſe ſont beaucoup appliqués à l'architecture hydraulique.

616. Par les veſtiges que l'on voit encore des admirables travaux que les Phéniciens avoient fait à Tyr, pour en bonifier les deux ports, il eſt difficile de concevoir comment des gens qui devoient, ce ſemble, manquer des connoiſſances que nous avons acquiſes aujourd'hui, ayent pu parvenir à élever des ou-

vrages auſſi prodigieux & auſſi bien entendus, ayant ſervi de modeles aux ſiecles ſuivans pour tout ce qui a été exécuté de propre à la marine, de ſorte qu'on peut les regarder comme les créateurs de cette partie de l'architecture hydraulique, qu'ils paroiſſent avoir poſſédée parfaitement; c'eſt pourquoi il étoit bien juſte d'en faire une mention particuliere, de même que des autres ports anciens qui ont été conſtruits à l'imitation du précédent, ne pouvant douter que leur deſcription ne ſoit très-propre à fournir de grandes idées pour former des projets de conſéquence. D'ailleurs, il y a une ſorte d'érudition relative à chaque état, qu'on ne peut ignorer ſans une eſpece de démérite; ainſi je ne crains point que ceux qui liront ce chapitre & le ſuivant, dans la vue qui me les ont fait écrire, les regardent comme déplacés, puiſqu'ils y trouveront une infinité de choſes inſtructives & intéreſſantes, qui n'ont pas laiſſé de coûter à réunir dans une narration auſſi courte.

Origine des Carthaginois. Leur accroiſſement & leur puiſſance.

617. Carthage, fondée en Afrique par une colonie Tyrienne, environ cent ans avant que Rome fût bâtie, & huit cens quarante-ſix ans avant Jeſus-Chriſt, ne borna pas long-tems ſes conquêtes à celles qu'elle fit d'abord dans ſon voiſinage. Cette ville ambitieuſe, les étendit bientôt au dehors, parvint à s'emparer des iſles & d'une partie des côtes de la Méditerranée, principalement de celles de l'Eſpagne, où elle établit une fameuſe colonie qui bâtit Carthage la neuve. Demeurée maîtreſſe de la mer pendant plus de ſix cens ans, elle ſe fit une domination qui la mit en état de diſputer long-tems à Rome même l'empire du monde. Le commerce l'éleva à un ſi haut degré de puiſſance, qu'il fallut à ſa ſuperbe rivale, deux guerres cruelles & douteuſes, l'une de 23 ans, & l'autre de 17, pour que Rome enfin triomphante, lui ôtât les reſſources qu'elle tiroit du commerce qui l'avoit ſi long-tems ſoutenu contre ſes fiers ennemis.

Deſcription du port de Carthage. Pl. I.

618. La ſituation de Carthage étoit bien plus avantageuſe encore pour le commerce que celle de Tyr; également diſtante de toutes les parties de la Méditerranée, vers le milieu de la côte d'Afrique la plus avancée à la mer, au fond d'une grande baye en face du Tibre & de Rome; tout concourut à rendre ſon port le plus célebre du monde. Cette baye, qui va en ſe recourbant vers l'oueſt, comprend au fond de ſon nord-eſt, une preſqu'iſle qui s'étend du ſud au nord, & répond à la terre ferme par un iſthme de peu de largeur. Sur le rivage à

l'eſt de cet iſthme, ſe trouve une eſpece d'arriere-petit golfe, d'une ouverture fort étroite, qu'on nomme aujourd'hui la goulette, & au fond duquel eſt la ville de Tunis, élevée après la ruine de Carthage; & de l'autre côté à l'oueſt, eſt l'embouchure de la riviere de Bagrada; c'eſt ſur cette preſqu'iſle qu'étoit bâtie Carthage, qui en occupoit toute la capacité.

Des deux anfractuoſités que cette péninſule formoit dans la baye, celle d'oueſt avoit été choiſie pour le grand port, à cauſe d'une langue de terre recourbée, partant de la péninſule, & qui formoit avec elle un vaſte baſſin où les navires étoient parfaitement abriés de tous les vents. Il ſe rencontroit auſſi du même côté une petite iſle de figure preſque ovale, nommée Cothon, qui laiſſant entre elle & la ville un bras de mer, fut jugée propre à former un magnifique port, uniquement deſtiné aux vaiſſeaux de guerre. Pour cela on en retrécit les deux extrêmités par des moles, de maniere à ne laiſſer de part & d'autre, qu'une entrée de largeur ſuffiſante au paſſage des navires. Une haute muraille élevée ſur les moles à chaque bout du port, déroboit à la vue des marchands étrangers ce qui s'y paſſoit, ne pouvant non plus être apperçu de la ville, dont il étoit ſéparé par l'enceinte, en dehors de laquelle on avoit ménagé le long du rivage un eſpace aſſez grand pour y bâtir des magaſins & des logemens pour les ſoldats deſtinés à la garde du port, & auſſi pour les nautoniers, afin qu'ils n'euſſent rien de commun avec l'intérieur de la ville.

619. L'iſle Cothon étoit occupée par l'arcenal de la marine; ſon circuit d'environ 4000 toiſes, revêtu des plus belles pierres, comprenoit de diſtance en diſtance du côté de l'eſt, des loges voûtées pour mettre à couvert des ardeurs du ſoleil deux cens vingt des plus forts vaiſſeaux qui ſe fiſſent alors. L'entrée de ces loges étoit décorée de riches colonnes de marbre de l'Ordre Ionique, & au-deſſus ſe trouvoient des magaſins pour y retirer les agrès de tout ce qui convenoit à l'équipage de chaque vaiſſeau. Deux ſuperbes portiques terminoient cette iſle par les deux bouts; ſon pourtour bordé de magnifiques quais, comprenoit les bâtimens deſtinés à loger les officiers de la marine; les écoles où s'inſtruiſoient les pilotes & autres éleves, qui devoient commander la manœuvre. On y voyoit auſſi des carenes & des chantiers pour la conſtruction & le radoub des vaiſſeaux; en un mot, toutes les commodités imaginables. Au milieu de cette iſle étoit le palais de l'amiral, aſſez élevé pour

Deſcription de l'iſle Cothon.

pouvoir découvrir de chez lui tout ce qui ſe paſſoit dans les deux ports & dans la rade. La même magnificence ſe faiſoit remarquer dans le port marchand, par où il falloit paſſer pour arriver dans celui des vaiſſeaux de guerre ; ſon entrée étoit fermée par deux grands moles qui ne laiſſoient qu'une ouverture de 20 toiſes, défendue d'un rempart flanqué de tours à quatre étages, au ſommet deſquelles on allumoit des fanaux.

Admirable diſpoſition de l'enceinte de Carthage. Sa deſtruction par les Romains.

620. Si tant de magnifiques diſpoſitions pour la marine de Carthage étoient dignes de la plus haute admiration, l'on conviendra que les remparts qui renfermoient la ville, n'en méritoient pas moins. Sans parler du grand nombre de tours de quarante coudées de hauteur qui défendoient l'enceinte, & dont la plupart étoient autant d'entrepôts remplis d'armes & de machines propres à la guerre, que penſer de la diſtribution faite dans l'épaiſſeur des murs qui formoient les courtines, où l'on avoit ménagé des étables pour trois cens éléphans, & des écuries pour quatre mille chevaux, avec les magaſins contenant ce qu'il falloit pour les nourrir ? Au-deſſus étoient des cazernes pour loger 20000 hommes d'infanterie, & 4000 maîtres.

Comme une mer hériſſée de pointes de rochers bordoit preſque tout le pourtour extérieur de la ville, elle ne pouvoit être acceſſible à l'ennemi que du côté de l'iſthme, où elle étoit fortifiée d'une triple enceinte, dont l'intérieure faiſoit partie de la cité, protégée vers l'eſt par la citadelle nommée Byrſa, premiere habitation des fondateurs de Carthage. Tel étoit l'état de cette ſuperbe ville, peuplée de ſept cens mille habitans bien aguerris, lorſque les Romains, qui en avoient depuis long-tems juré la perte, vinrent en former le ſiége, qui fut ſuivi de ſon entiere deſtruction, l'an 603 de Rome, 145 ans avant Jeſus-Chriſt, après avoir ſubſiſté plus de 700 ans, & regné ſur la mer avec un éclat qui n'eut jamais d'égal.

Deſcription du golfe de Carthage la neuve, aujourd'hui Carthagene.

621. Ce fut environ 78 ans avant la deſtruction de Carthage, l'an de Rome 525, qu'*Aſdrubal*, général Carthaginois, frere du grand *Annibal*, fonda Carthage la neuve, aujourd'hui Carthagene, ſur la côte la plus méridionale d'Eſpagne, dans le royaume de Murcie. Il y avoit déja long-tems que cette fiere république avoit formé des établiſſemens en Eſpagne, dont les mines d'or & d'argent excitoient ſon avarice, lorſqu'*Aſdrubal* entama cette grande entrepriſe dans un golfe merveilleuſement diſpoſé pour remplir ſon objet.

Pl. I.

De tous les endroits que la nature a pu offrir pour l'établiſſement

d'un bon port, jamais il ne s'en eſt rencontré qui ait eu moins beſoin des ſecours de l'art. Ce golfe bordé de montagnes renferme un grand eſpace de mer, où les vaiſſeaux peuvent être toujours à flot, malgré le décroiſſement de ſes eaux, ſuſceptibles du flux & reflux, à cauſe de ſon voiſinage de l'Océan, par le détroit de Gibraltar. Il ſe trouvoit naturellement fermé par l'iſle Scombraria, qui ne laiſſoit à droite & à gauche que deux goulets pour le libre paſſage des navires qui pouvoient y entrer facilement à la faveur du vent ſud-oueſt. Pour comble d'avantages, ce golfe comprenoit dans le font une preſqu'iſle, qui ne tenoit à la terre ferme que par un iſthme fort étroit, qu'on pouvoit regarder comme une levée qui auroit été faite exprès pour ſervir de communication.

Situation de Carthage la neuve, bâtie par Aſdrubal.

622. C'eſt dans cette preſqu'iſle qu'*Aſdrubal* bâtit Carthage la neuve, qui en occupoit toute la capacité convenable à une grande ville; ainſi le pied de ſon rempart ſe trouvoit preſque par-tout baigné des eaux de la mer. Cependant il eſt bon de remarquer que du côté d'oueſt, dans la partie qu'on nommoit l'Etang, elles n'avoient qu'environ deux pieds de profondeur pendant les baſſes marées, ſans qu'on eût ſongé à fortifier ce côté-là de la place plus que les autres où la mer avoit juſqu'à trente pieds, ſur-tout vers le port ſitué à l'eſt de la ville : toute l'attention d'*Aſdrubal* s'étant tournée principalement ſur la partie de l'enceinte qui regardoit l'iſthme.

Priſe de Carthage la neuve par Scipion, qui ſe prévaut du flux & reflux de la mer, inconnus alors aux Romains.

623. Les Carthaginois jouiſſoient de tous les avantages qu'ils avoient eſpéré de l'établiſſement de ce nouveau port, qui devint le lieu principal de leur domination en Eſpagne, le refuge de leurs flottes, le magaſin de leur armée, l'entrepôt des riches dépouilles des contrées Eſpagnoles, en un mot le centre de leur commerce ſur la Méditerranée & ſur l'Océan; lorſqu'environ 18 ans après ſa fondation, *Scipion* vint ſubitement s'en rendre maître en un ſeul jour.

Ce général, prévenu de l'heure où la marée devoit ſe retirer & rendre la ville aſſez abordable du côté de l'étang pour la prendre d'aſſaut, profita de l'ignorance où étoient ſes ſoldats du flux & reflux de la mer, pour exciter leur valeur, en donnant à ſon entrepriſe un air de miracle. Il leur dit que *Neptune* lui avoit promis d'abaiſſer les eaux qui défendoient l'accès de Carthage la neuve, dès qu'il les conduiroit à l'eſcalade; qu'avant que d'en venir là, ils jugeroient par eux-mêmes de la protection que ce Dieu s'étoit engagé de leur accorder. Son armée, rem-

plie d'un préſage auſſi heureux, fut à peine campée ſur les hauteurs autour de la ville, que *Scipion* lui annonça que le lendemain à midi, elle verroit la plus grande partie des eaux du golfe ſe retirer. Le prodige étant arrivé à l'heure marquée, l'on peut juger de l'impreſſion qu'il fit ſur les eſprits. Tous les ſoldats auroient couru ſur le champ pour emporter la place, ſi leur général n'avoit fait entendre qu'ils avoient beſoin de repos; mais que le jour ſuivant il les conduiroit lui-même au pied des remparts, aſſuré qu'il étoit que *Neptune* opéreroit encore la même choſe. En effet, le lendemain la place fut emportée d'aſſaut par ce côté de l'étang, ſans que la garniſon, qui n'étoit que de mille hommes, eût pour ainſi dire le tems de ſe reconnoître.

Deſtruction de cette ville par les Gots & ſon rétabliſſement par Philippe II, roi d'Eſpagne.

624. De cette conquête, s'enſuivit la perte de la domination Carthaginoiſe en Eſpagne, qui paſſa ſous celle des Romains. Depuis, Carthagene a été ruinée par les Gots, & ſe trouvoit réduite en un ſimple village, ſitué ſur la côte ſeptentrionale, quand Philippe II, roi d'Eſpagne, qui connoiſſoit la bonté de ſon port & ſon importance, la fit fortifier en 1570 pour la mettre en l'état où elle eſt aujourd'hui.

Etabliſſement d'Alexandrie, & l'avantage de ſa ſituation pour le commerce.

625. La république de Carthage étoit à ſon plus haut point de puiſſance, lorſqu'*Alexandre le Grand*, après le ſiége de Tyr, jetta les fondemens d'Alexandrie 332 ans avant la naiſſance de Jeſus-Chriſt. Ce prince, en côtoyant le rivage d'Egypte vers l'embouchure occidentale du Nil, remarqua entre l'iſle de Pharos & le lac Maréotis, un lieu extrêmement propre à remplir le deſſein qu'il avoit formé de conſtruire une ville digne de porter ſon nom; en effet, il n'y en eut jamais de plus heureuſement ſituée qu'Alexandrie, pour devenir l'entrepôt de toutes les marchandiſes de l'orient & de l'occident; ſon port, compris entre l'iſthme & l'iſle de Pharos qui le couvroit, avoit un libre commerce avec l'orient par la mer Rouge & le Nil, qui lui donnoit entrée dans les vaſtes & riches contrées de l'Ethiopie, parce que le lac Maréotis fut joint au Nil, & celui-ci à la mer Rouge par un canal, comme nous le prouverons ailleurs. D'autre part le commerce du reſte de l'Afrique & de l'Europe lui étoit ouvert par la Méditerranée & l'Océan. La facilité d'aborder à ce fameux port, y attira bientôt le négoce qui s'étoit fait à Tyr; l'on voyoit arriver de toutes parts des vaiſſeaux étrangers, & en partir d'autres qui portoient leurs marchandiſes dans toutes les parties de la terre alors connue.

626.

626. *Alexandre* ne vécut point assez pour être témoin de l'état florissant où le commerce avoit élevé la ville dont il étoit le fondateur; mais après sa mort, les Ptolomées ayant eu l'Egypte en partage, mirent tout en usage pour accroître la gloire naissante d'Alexandrie : celui qui fut surnommé *Philadelphe*, contribua le plus à l'enrichir des travaux nécessaires pour en faire le plus magnifique port du monde. Il y parvint en joignant l'isle de Pharos au continent par une large digue, qui donna lieu à deux ports séparés, mais dont on pouvoit communiquer de l'un à l'autre, moyennant des passages ménagés dans l'épaisseur de la digue coupée par deux ponts, chacun soutenu d'une forteresse élevée dans la mer, sur des fondemens qui avoient, comme ceux de la digue, plus de 36 pieds de profondeur d'eau. Des jettées qui aboutissoient aux extrêmités de l'isle de Pharos, garantissoient l'entrée de ces deux ports du mouvement de la vague. Comme celle qui regardoit l'est étoit difficile, à cause de plusieurs bancs de rochers, *Ptolémée* fit élever sur le promontoire oriental de l'isle la fameuse tour du Phare, qui servoit non-seulement à éclairer, mais encore à défendre l'accès du grand port, parce que les vaisseaux qui venoient du large étoient obligés de la ranger pour éviter les écueils qui étoient de l'autre côté; de sorte qu'on ne pouvoit entrer dans ce port, sans le consentement de ceux qui gardoient la tour. Ce superbe édifice, digne d'avoir été mis au rang d'une des sept merveilles du monde, fut exécuté sous la conduite de *Sostrate*, le plus habile architecte de son tems; sa base de figure quarrée, dont chaque côté avoit 104 toises, comprenoit au rez-de-chaussée un magnifique édifice où étoit logée la garnison qu'on y entretenoit; au milieu étoit élevée la tour de huit étages, chacun ayant une retraite en galerie, le tout décoré de la plus magnifique architecture, exécutée avec des quartiers de marbre blanc d'une grandeur prodigieuse. La nuit on entretenoit au sommet de cette tour, élevée de 75 toises, un grand feu qui se découvroit à la mer de 300 stades, c'est-à-dire, à la distance d'environ 20 lieues, ce qui étoit d'un grand secours aux pilotes, qui n'ayant alors d'autres connoissances pour se guider, que celles qu'ils tiroient de quelques étoiles, étoient souvent exposés à faire de fausses routes, lorsqu'elles venoient à leur manquer. Il ne reste plus présentement que de foibles marques de ce grand ouvrage, qui a donné

Description du port d'Alexandrie & du fameux Phare bâti par Ptolomée Philadelphe, *roi d'Egypte.* Pl. I.

ſon nom à tous ceux de cette eſpece, après avoir lui-même tiré le ſien de l'iſle où il fut bâti.

Avantage particulier du port d'Alexandrie. Forces maritimes de Philadelphe.

627. Un des grands avantages du port d'Alexandrie, où les vaiſſeaux ſe trouvoient parfaitement abriés, étoit de pouvoir y entrer & en ſortir librement par preſque tous les airs de vent. Si la mer étoit agitée à l'occident, ils paſſoient aiſément de l'autre côté; au contraire, s'il arrivoit que la vague incommodât vers l'orient, ils avoient la même facilité de ſe placer à l'occident, par conſéquent de choiſir celle des deux entrées qui leur convenoit le mieux.

Pl. I.

Ces ports, d'un mouillage excellent, étoient capables de contenir une quantité prodigieuſe de vaiſſeaux, & l'on ne peut lire ſans étonnement la deſcription que font les hiſtoriens de tous les édifices propres à la marine que l'on voyoit élevés aux environs & dans l'iſle de Pharos. L'on prétend que *Philadelphe* y entretenoit, pour la ſûreté de ſes états, plus de 120 galeres armées, dont quelques-unes étoient d'une énorme grandeur, & une infinité d'autres navires deſtinés à favoriſer le commerce.

Attention remarquable de Dinocrate, fameux architecte, en traçant les rues d'Alexandrie.

628. Je ne dis rien de la grandeur & de la beauté de la ville, peuplée à l'infini, opulente, ſuperbe dans ſes bâtimens, où l'on ne voyoit que temples, que palais, & que places publiques richement décorées de colonnes de marbre. Je ferai ſeulement remarquer que Dinocrate, à qui *Alexandre* avoit confié la conduite de tous les grands ouvrages qu'il avoit ordonnés, eut ſoin d'obſerver, en traçant les rues, qu'elles fuſſent orientées de telle ſorte, que les vents éléſiens qui ſoufflent du nord puſſent rafraîchir la ville, & y cauſer une température d'air qui contribuât à la ſanté des habitans.

Deſtruction de cette ville par les François & les Venitiens.

629. Cette fameuſe capitale de l'Egypte, ſéjour de ſes rois, rivale d'Athenes & de Rome, après avoir été long-tems la plus floriſſante ville du monde, a ſubi le ſort de Tyr & de Carthage, & n'eſt plus aujourd'hui qu'un triſte aſyle ſous la domination du grand ſeigneur, où l'on retrouve cependant des veſtiges des ſuperbes monumens dont *Strabon* fait une ſi pompeuſe deſcription. Elle fut ruinée en l'année 1250 par les François & les Venitiens, qui la démantelerent & y mirent le feu, voyant qu'ils ne la pouvoient garder. Comme ſes deux ports ſont demeurés fort pratiquables, le vieux étant deſtiné pour les bâtimens des ſujets du grand ſeigneur, & celui qu'on nomme le nouveau, ouvert aux Européens, il s'y fait encore beaucoup de commerce.

630. De toutes les villes connues dans l'antiquité, il n'y en a point eu de plus célebre qu'Athenes pour la bonté & la majesté de son port, la magnificence de ses édifices, la force de son enceinte, la gloire des héros qu'elle a produit, la sagesse de ses loix, l'excellence de son goût pour les belles-lettres, les sciences & les beaux arts, qui la rendirent l'école du monde entier. Tout ce que la peinture & la sculpture avoient produit de plus merveilleux dans les autres parties de la Grece, lui servoient d'ornement. Les temples, les portiques, les cirques, les écoles publiques & les théatres, y étoient autant de chef-d'œuvres de l'art. Il sembloit que la nature eût pris plaisir de former exprès la situation de cette ville pour le commerce, en ménageant dans la côte un nombre d'endroits propres à contenir les vaisseaux à l'abri; avantage qui excitoit l'empressement de toutes les nations à y venir négocier & à satisfaire leur curiosité pour voir les merveilles que la renommée publioit de cette superbe ville; de-là le nombre prodigieux de ses habitans & les richesses que le commerce lui produisoit de toutes parts.

Exposé de la magnificence d'Athenes.

631. Cette ville, située dans l'Attique sur la mer Egée, au-dessus du fond du golfe Saronique, fut fondée vers l'an du monde 2496, 1558 ans avant l'ere chrétienne. Le plus ancien des ports dont elle fit d'abord usage, fut celui de Phalere; mais les Athéniens l'abandonnerent dans la suite, pour en choisir un autre plus sûr & moins exposé aux coups de vent. *Themistocle*, un des plus célebres citoyens d'Athenes, après avoir remarqué que le golfe précédent pouvoit devenir un des plus excellens ports du monde, pensa que pendant le tems de sa magistrature, il ne pouvoit rendre un plus grand service à sa patrie que d'approprier ce golfe à la marine. Dans cette vue, il l'enferma d'une bonne enceinte qui s'étendoit du côté de la terre, comprenant aussi deux autres ports moindres. Le premier, situé à l'orient du précédent, entre une petite isle & le rivage, où étoit une habitation nommée Pyrée; le second à l'occident, formé par un petit golfe, près duquel étoit aussi une autre habitation nommée Munich, qui fit dans la suite, avec la premiere, partie de la nouvelle ville à laquelle *Themistocle* donna lieu.

Description des ports de cette ville, construite par Thémistocle. Pl. I.

632. Autour du grand bassin que formoit le golfe principal, on construisit des arcenaux & de vastes magasins pour l'usage de la marine & du commerce; de sorte qu'en peu de tems

Naissance & accroissement de Pyrée, ville proche Athe-

nes, à laquelle Themiſtocle *a donné lieu.* Pl. I.

cette nouvelle ville, qui fut nommée Pyrée, ſe trouva prodigieuſement peuplée & compoſée d'une quantité d'édifices qui ne le cédoient point en magnificence à ceux des plus beaux quartiers d'Athenes. D'autre part *Themiſtocle* fit élever de ſuperbes moles pour mettre à couvert les trois ports des vents traverſiers du ſud-eſt, & des courans qui circuloient autour du cap Colonne. Le grand port, qui pouvoit contenir plus de quatre cent bâtimens, fut deſtiné à renfermer les galeres de la république, & les deux autres ſervirent pour le commerce; cependant il paroît que celui de Munich a été le plus fréquenté par les négocians, à cauſe, ſans doute, de la facilité de ſon entrée, les hiſtoriens faiſant peu mention de l'autre.

Sages reglemens de Themiſtocle *pour accroître les forces maritimes d'Athenes.*

633. Pour faciliter une communication aſſurée entre Pyrée & Athenes, *Themiſtocle* les joignit par deux longues murailles d'une épaiſſeur prodigieuſe. Tous ces grands travaux furent exécutés en peu de tems, malgré l'oppoſition des Lacédémoniens, qui ne pouvoient voir ſans ombrage la puiſſance où les Atheniens alloient s'élever par le commerce & les forces maritimes. Afin d'attirer un grand nombre d'ouvriers & de matelots dans la nouvelle ville, *Themiſtocle* leur fit accorder des immunités favorables; ſon deſſein étant de tourner toutes les forces d'Athenes du côté de la mer, & pour y parvenir, il fit ordonner que tous les ans on bâtiroit vingt vaiſſeaux aux frais de la république.

Athenes, après avoir eſſuyé différentes révolutions, a inſenſiblement perdu ſon ancienne ſplendeur; cependant elle eſt encore aujourd'hui une ville nommée Setines.

Deſcription de l'ancien port de Syracuſe, aſſiégée par les Romains.

634. De toutes les iſles de la Méditerranée, il n'y en a point où la nature ait ménagé un plus grand nombre d'emplacemens commodes pour y établir d'excellens ports, que dans celle de Sicile. Auſſi ſes habitans ont-ils ſu en profiter dans la néceſſité d'entretenir de nombreuſes flottes, ſoit pour ſe défendre contre les Athéniens & les Carthaginois, ou pour tranſporter au-dehors les bleds que leur iſle produiſoit en abondance.

Pl. II.

Le plus beau de ces ports fut celui de Syracuſe, leur capitale, une des plus célebres villes de l'univers, par l'avantage de ſa ſituation, la prodigieuſe étendue de ſa triple enceinte qui avoit plus de huit lieues de circuit, la magnificence de ſes édifices, la commodité de ſes trois ports, & encore pour avoir donné naiſſance au grand *Archimede*, le génie le plus tranſcendant qui fût jamais.

Son grand port, de figure à peu près ovale, ſitué ſur la côte orientale de la Sicile, dans une preſqu'iſle, avoit deux mille ſix cent toiſes du nord au ſud, & environ mille ſix cent de l'eſt à l'oueſt. Il étoit abrié par la ville du côté du nord, par les montagnes qui regnent au ſud & au couchant, couvert du côté de la mer, par le promontoire Plemmyre, ſur lequel étoit bâti un bon château, & encore par l'iſle Ortygie. Entre cette iſle & la ville, il y a un petit bras de mer dont on avoit fait un ſecond port plus petit, fermé par deux moles qui ne laiſſoient qu'une entrée ſuffiſante au paſſage des vaiſſeaux marchands, le précédent ayant été réſervé pour ceux de guerre.

L'iſle Ortygie, bordée d'une enceinte flanquée de tours, comprenoit la fameuſe fontaine d'Aréthuſe, le palais des ſouverains, les bâtimens propres à la marine, les greniers publics, & communiquoit à la ville par un pont de pierres. Il y avoit encore un troiſieme port nommé Trogile, ſitué dans une petite baye adjacente à la partie ſeptentrionale de la ville, mais qui étoit moins fréquentée que les précédens.

Du côté de l'oueſt, l'accès du grand port étoit défendu par une citadelle nommée Olympie, qui faiſoit, avec les autres forteresſes, que Syracuſe étoit regardée comme une ville imprenable, ayant eſſuyé pluſieurs ſiéges, ſans que ſes ennemis ſoient parvenus à la réduire; cependant elle fut ſoumiſe au pouvoir des Romains par *Marcellus*, l'an de Rome 542, 212 ans avant Jeſus-Chriſt. Elle ſoutint un ſiege long & pénible, où *Archimede* tira de ſa profonde capacité, de plus grands moyens de défenſe que n'en purent produire les armes réunies des autres citoyens. Il rendit long-tems inutiles les forces de deux armées nombreuſes, & parvint à déconcerter les meſures d'un des plus grands capitaines qu'eût alors cette puiſſante république. Exemple mémorable des reſſources qu'un ſeul homme peut tirer de ſa capacité pour la défenſe d'une place, ſans qu'il ait eu beſoin de blanchir dans la profeſſion des armes, pour s'y rendre recommandable.

635. *Archimede*, proche parent de *Hieron*, roi de Syracuſe, s'étoit conſacré tout entier à l'étude des mathématiques, dont il peut être regarde comme l'inventeur, n'avoit cherché qu'à ſatisfaire agréablement ſon eſprit, ſans ſe mettre en peine de tourner ſes ſpeculations à l'avantage de la ſociété, lorſqu'un jour le roi lui en fit un reproche obligeant, & l'engagea de travailler à la conſtruction des machines pour l'attaque & la défenſe.

Merveilleux effet des machines imaginées par Archimede, pour la défenſe de Syracuſe. Sa deſtruction arrivée en

1693, par un tremblement de terre. Pl. II.

des places. Ce ſublime géometre s'y appliqua avec tant de ſuccès que jamais les Romains n'ont éprouvé des effets plus formidables que ceux des batteries qu'il leur oppoſa, ſans parler de tous les autres moyens qu'il mit en œuvre pour repouſſer les approches & détruire leurs flottes, juſques-là que Rome, avec toute ſa puiſſance, fut ſur le point de déſeſpérer de prendre Syracuſe. En effet, *Marcellus* voyant que par une eſpece d'enchantement *Archimede*, du fond de ſon cabinet, détruiſoit ſes braves légions ſans combattre & ſans même qu'il parût de monde ſur les remparts, prit le parti de changer le ſiege en blocus, renonçant à la gloire de ſe rendre maître de la place à force ouverte; encore n'en fût-il peut-être point venu à bout, ſi la trahiſon de quelques Syracuſains transfuges n'avoit facilité le moyen de la prendre par ſurpriſe, après s'être défendue pendant trois ans.

Aujourd'hui le port de Syracuſe, autrefois ſi vaſte & ſi magnifique, eſt en partie comblé, & il ne reſte plus de cette ſuperbe ville qu'une miſérable habitation dans l'iſle Ortygie; le reſte ayant été détruit en un ſeul jour, l'an 1693, par un tremblement de terre.

Idée du Phare ou détroit de Meſſine. Pl. II.

636. Parmi les autres ports de Sicile, celui de Meſſine ſemble mériter une attention particuliere par ſa ſituation ſur le détroit appellé le Phare de Meſſine, ſi redoutable à cauſe de la violence de ſes courans, de l'écueil & du gouffre que les anciens ont nommés Scylla & Caribde, qu'on trouve à ſon entrée ſeptentrionale, dont le paſſage eſt ſi dangereux, que quand les vaiſſeaux ſont emportés par la force du flux ou par celle des vents, ils y périſſent ſans reſſource. Comme elle eſt ſouvent impraticable, les anciens ont profité de la forme avantageuſe que préſentoit la côte de Sicile vers l'embouchure précédente, pour y établir le port de Meſſine, afin que les navires puſſent s'y tenir à l'abri, en attendant le tems favorable de paſſer ce terrible détroit; cependant ayant reconnu que dans un gros tems ils ne pouvoient pas toujours gagner ce port, & qu'alors d'autres courans éloignés les expoſoient aux plus grands dangers, ils en ont établi un ſecond de refuge à huit lieues de là, ſur la même côte du côté d'occident, dans un petit golfe formé par le cap de Melazzo, ſur lequel ſont bâtis la ville & le château de ce nom. Il eſt à remarquer que les courans, après s'être réfléchis contre le cap de Melazzo, & avoir perdu beaucoup de leur rapidité, portent naturellement les navires dans le port de Meſſine, dont ils rendent

l'entrée fort aisée; ainsi par là leur route devient assurée.

Description du port de Messine. Pl. II.

637. Pour peu que l'on considere le port de Messine, on ne peut disconvenir qu'il ne soit vraiment digne d'admiration; il est abrié du côté de l'orient par une presqu'isle ou langue de terre de figure propre à le couvrir encore du côté du midi, où il a suffi de la prolonger par un mole, au bout duquel est élevé le château de S. Salvador, qui en défend l'entrée conjointement avec les batteries de la place, sans parler de la citadelle, bâtie à la moderne, qui en impose de toute part. Ce port, qui s'étend le long de la ville, sur près de mille cinq cents toises de long, & six cents de large, est par-tout d'une tenue excellente; aussi passe-t-il pour un des meilleurs de la Méditerranée. Quoiqu'il ait essuyé diverses infortunes, il s'est soutenu jusqu'à présent en bon état, par la nécessité où se sont vus les souverains qui l'ont possédé de l'entretenir, son phare ou canal étant le passage de tous les vaisseaux qui commercent avec le levant.

Description du port de Rhodes. Pl. II.

638. Le port de Rhodes, capitale de l'isle de ce nom, situé dans la Méditerranée, près de la côte de Natolie, dont elle est séparée par un canal de sept lieues de largeur, a été trop célebre par sa magnificence & son fameux colosse, pour n'en pas donner une légere description, d'autant mieux que ce port nous fournira un exemple sur la maniere de bonifier ceux qui seront dans le cas où il s'est trouvé.

La ville de Rhodes, bâtie 740 ans avant la naissance de Jesus-Christ, est une de celles de la Méditerranée qui s'est le mieux soutenue, malgré le nombre de sieges qui ont pensé plusieurs fois en causer la ruine entiere. Son port, qui peut passer pour un des plus beaux de ceux qui restent des anciens, est formé par un golfe à l'est de l'isle, formé naturellement du côté de la mer, par des bancs de rochers qui ne laissent qu'une entrée suffisante au passage des vaisseaux. Dans ce golfe, de figure presque circulaire, & d'environ cent vingt toises de diametre, il s'en est trouvé un autre plus petit du côté du nord, qui a été approprié pour servir de bassin à retirer les galeres. Une disposition aussi heureuse ne pouvoit manquer de donner lieu à l'établissement d'une grande ville dans une isle abondante & favorisée du plus beau ciel du monde. Aussi ne tarda-t-elle point à devenir riche & florissante par le grand commerce que sa position la mettoit en état de faire.

Remarque sur le mole,

639. Comme au sud de la rade il s'est trouvé un promontoire, l'on y a bâti un château qui commandoit la ville & la

élevé au nord de l'entrée de ce port.

partie orientale de la côte. Sur quoi il eſt à remarquer que les eaux du canal, pouſſées par celles de l'Archipel, occaſionnoient un courant, lequel, après avoir circulé autour de ce promontoire, venoit frapper dans une anfractuoſité formée par un petit cap ſitué au nord, ce qui rendoit l'entrée du port fort dangereuſe à cauſe des pirouettemens d'eau qui entraînoient les vaiſſeaux contre les briſans voiſins.

Pour remédier à cet inconvénient, l'on a fait un mole de cent trente toiſes de longueur, entre l'enceinte du port & un écueil ſur lequel l'on a élevé un fort pour défendre la rade, conjointement avec le premier. Par-là les eaux ne pouvant plus ſuivre leur direction ordinaire, ſe ſont amorties, par conſéquent elles ont rendu l'entrée du port auſſi bonne qu'on pouvoit le deſirer. Cette idée a même occaſionné un autre avantage, qui eſt d'avoir donné lieu à un ſecond port dans l'anfractuoſité précédente, où la mer eſt devenue auſſi calme qu'elle y étoit agitée auparavant, à cauſe de la réflexion que lui cauſoit le courant. D'ailleurs les vaiſſeaux s'y trouvent abriés des vents du ſud & de l'eſt par les deux caps dont on vient de faire mention.

Deſcription des trois enceintes & du coloſſe de Rhodes. Pl. II.

640. Rhodes avoit anciennement trois enceintes flanquées de tours extrêmement hautes, avec un bon foſſé au pied de chaque enveloppe. La premiere entouroit la ville derriere le port, & aboutiſſoit vers le nord par une de ſes extrêmités à l'arcenal de la marine, renfermé dans une fortereſſe qui tenoit lieu de citadelle. La ſeconde comprenoit le tout, & la troiſieme la joignoit vers l'eſt par deux retours qui ſervoient de flanc pour défendre l'entrée du port, où étoit élevé le coloſſe qui lui ſervoit de phare, de ſorte que les vaiſſeaux paſſoient à voiles déployées entre ſes jambes. Il étoit planté ſur les plates-formes de deux tours fondées chacune ſur un rocher. Ce coloſſe, qui repréſentoit une ſtatue d'Apollon de cent vingt-ſix pieds de hauteur, tenoit un ſceptre d'une main, & de l'autre, dont le bras étoit tendu, un réchaut d'où ſortoit une grande flamme, ſervant à éclairer pendant la nuit l'accès & l'intérieur du port.

Il y a bien de l'apparence que pour entretenir la lumiere de ce fanal, l'on y montoit par un eſcalier ménagé dans le corps de cette prodigieuſe ſtatue, où l'on pouvoit aiſément entrer par la plante du pied, ſi l'on en juge d'après la groſſeur de ſon pouce, qui avoit environ cinq pieds de pourtour. On prétend que les Rhodiens l'érigerent en l'honneur d'Apollon, peu

après

après que *Demetrius* eut levé le siege de leur ville. C'étoit la premiere des sept merveilles du monde, l'ouvrage d'un disciple du fameux *Lysippe*, nommé *Charès*, qui mit douze ans à le faire. Les Sarrasins s'étant emparés de l'isle de Rhodes, en 653, trouverent ce colosse étendu près du port, où il étoit resté depuis longtems, après avoir été renversé par un tremblement de terre. Ils le vendirent à un Juif, qui l'ayant fait mettre en pieces, en tira sept mille deux cens quintaux de métal; il avoit coûté trois cens talens, ou 1500000 liv. de notre monnoie.

Il n'est pas de mon sujet de parler des différentes révolutions que Rhodes a essuyé depuis sa fondation, il me suffira de dire qu'en 1310, après la perte de Jerusalem, les chevaliers de St. Jean la prirent sur les Sarrazins, qui l'avoient enlevée aux empereurs de Constantinople; que ces chevaliers l'ont possédée jusqu'en 1522, tems auquel elle fut assiégée & prise par les Turcs, qui en sont demeurés maîtres jusqu'à présent.

Descripti. de l'ancien port de Tarente, dans l. royaume de Naples. Prise de cette ville par les Romains.

641. Le plus ancien des ports d'Italie dont les historiens fassent mention, est celui de Tarente, mis en valeur par une colonie Lacédémonienne qui s'établit dans le royaume de Naples, environ sept cens ans avant Jesus-Christ, c'est-à-dire, peu de tems avant la fondation de Rome. Cette colonie choisit une presqu'isle dans un golfe, y bâtit la ville & la citadelle de Tarente, située fort avantageusement pour le commerce; elle se rendit bientôt célebre par l'étendue de son négoce, la magnificence de ses édifices, & plus encore par l'étude des belles-lettres qu'on y enseignoit. Devenue alliée de Rome, elle a longtems joui d'un parfait repos; mais s'étant attiré le ressentiment de cette formidable république, pour avoir ouvert ses portes à *Annibal*, qui y fit égorger la garnison Romaine, elle ne tarda pas à porter la peine de son infidélité. Elle fut prise & saccagée par *Fabius*, qui en tira des trésors immenses, l'an de Rome 544, 208 ans avant Jesus-Christ. La position d'un aussi beau port convenoit merveilleusement aux Romains, pour être plus à portée de réduire Carthage; mais depuis lors il s'est ressenti, comme les précédens, de la vicissitude des choses terrestres, & n'est plus aujourd'hui capable de recevoir que de petits bâtimens, s'étant comblé insensiblement faute d'avoir été entretenu.

Descripti. du port de Brunduse, aujourd'hui

642. Les Sallentins, voisins de Tarente, peuples qui occupoient le pays depuis le Pô jusqu'à l'extrêmité orientale de l'Italie, étoient presque les seuls de ce continent qui refusoient

Brindes, ſitué à l'embouchure du golfe Adriatique. Sa priſe par les Romains.

encore de ſe ſoumettre à la domination des Romains, lorſque ces derniers entreprirent de les réduire pour ſe mettre en poſſeſſion de Brunduſe, aujourd'hui Brindes, ſituée vers l'embouchure du golfe Adriatique. Ils le deſiroient depuis long-tems, à cauſe de ſon port, un des plus magnifiques & des plus sûrs d'Italie, pour les grands embarquemens. D'ailleurs la ville étoit belle, fort opulente, & avoit bien dequoi piquer leur cupidité; s'en rendre maître, c'étoit ſe mettre en état d'étendre leurs conquêtes en Afrique & en Aſie. Les conſuls *Julius Libo*, & *Regulus*, furent donc chargés de ſoumettre les Sallentins, & ſurtout de prendre Brindes, ce qu'ils firent non pas ſans trouver beaucoup de réſiſtance de la part d'un peuple belliqueux, qui avoit toujours nourri pour cette république une haine implacable; mais enfin vaincue par une puiſſance à laquelle rien ne pouvoit réſiſter, Brindes devint une nouvelle colonie Romaine. Depuis, cette ville a été ſouvent priſe & repriſe par les Barbares, qui l'ont ruinée pluſieurs fois; mais s'étant toujours relevée de ſes malheurs, elle eſt encore floriſſante aujourd'hui, & ſon port en fort bon état. Il eſt diviſé, par des levées de maçonnerie, en pluſieurs baſſins particuliers où les vaiſſeaux ſont parfaitement à l'abri, ayant une entrée longue & étroite commune à toutes les darces.

Je paſſe ſous ſilence quelqu'autres ports dont les Romains s'emparerent encore le long des côtes d'Italie, comme celui d'Otrante ſur la mer Adriatique à l'entrée du golfe; celui de Rhege, aujourd'hui Reggio, ſur le phare de Meſſine, vis-à-vis cette place; celui de la Lune, ſur la mer Thyrrene, près de Luni, ville de Toſcane, &c. pour faire une légere mention de ceux qu'ils ont eux-mêmes établis.

Les Romains ne ſe ſont appliqués à la marine, qu'au commencement de la guerre Punique.

643. Il paroît que ce n'eſt que du tems de la premiere guerre Punique, que les Romains s'appliquerent à la navigation, ſentant plus que jamais la néceſſité d'avoir des flottes pour ruiner les forces maritimes de Carthage. Juſques-là, dépourvus de navires, ils étoient obligés d'avoir recours à leurs alliés, principalement à ceux de Rhege & de Tarente, de qui ils en empruntérent pour tranſporter en Sicile les troupes qu'ils envoyerent au ſecours de Meſſine, prête à ſubir le joug des Carthaginois. Ce fut à cette occaſion que jaloux de la ſupériorité que ces derniers avoient ſur mer, ils travaillerent à conſtruire un grand nombre de galeres; mais comme ils n'avoient point de ports qui leur appartinſſent en propre pour les mettre à couvert, ils

prirent le parti de s'en procurer par la force, en s'emparant de tous ceux dont nous venons de parler, qui les mirent en état, comme nous l'avons dit, de pouſſer leurs conquêtes auſſi loin qu'elles ont été. Ce n'eſt pas qu'ils n'aient connu la navigation dès les premiers tems de leur établiſſement en Italie; mais ils l'avoient bornée au ſimple tranſport des denrées, pour la ſubſiſtance de Rome.

644. On ſait qu'*Ancus Martius*, IVe roi des Romains, fit bâtir la ville d'Oſtie, à l'embouchure du Tibre, afin de ſervir d'entrepôt aux denrées & marchandiſes qui arrivoient par mer pour la capitale; que l'on y déchargeoit les vaiſſeaux étrangers dans d'autres plus petits, parce que le Tibre ne fourniſſoit point aſſez d'eau pour que les gros puſſent arriver juſqu'à Rome, ce qui les obligeoit de ſe tenir à l'ancre aſſez en avant dans la mer, où ils étoient expoſés aux tempêtes, à quoi *Jules Ceſar* avoit voulu remédier dès qu'il ſe vit empereur, par la conſtruction d'un port, que le peu de durée de ſon regne ne lui permit point d'exécuter.

Fondation de l'ancienne ville d'Oſtie à l'embouchure du Tibre, par Ancus Martius.

645. *Auguſte* ne ſe vit pas plutôt maître de l'empire, qu'il ſongea à conſtruire des ports encore plus commodes & plus sûrs que ceux que la république s'étoit approprié. Il commença par former celui de Miſſene, ſous la conduite d'*Agrippa*, qui fut chargé de joindre la mer aux lacs Lucrin & d'Averne, peu diſtans l'un de l'autre. Pour cela il exhauſſa une ancienne chauſſée de mille pas de longueur qui ſéparoit la mer du lac Lucrin, petit golfe ſitué entre Miſſene & Pouzzoles, & y ménagea deux entrées pour le paſſage des vaiſſeaux. Il fit enſuite creuſer un large canal d'un lac à l'autre, afin que celui d'Averne, qui ſe trouvoit parfaitement abrié de tous les vents, ſervît de retraite à une des deux armées navales qu'*Auguſte* vouloit entretenir pour la sûreté des côtes d'Italie. Pour la ſeconde, il bâtit le port de Ravennes, où il fit élever des monumens dignes de la gloire de ſon regne, entr'autres un phare qui ne le cédoit gueres à celui d'Alexandrie. Il ne reſte aujourd'hui aucun veſtige de ce dernier port, qui s'eſt tellement comblé par les ſables, que la ville ſe trouve actuellement à trois milles de la mer; celui de Rimini, qui a encore été un des ouvrages le plus mémorable du regne de cet empereur, a eu le même ſort, malgré tout ce qu'il avoit de bien digne d'être conſervé. Un vaſte baſſin, accompagné de quais, précédé de deux levées, avec les édifices propres à la marine pour de grands armemens, le tout revêtu de marbre

Deſcription du port de Miſſene, conſtruit par l'empereur Auguſte, *ſous la conduite d'*Agrippa.

blanc, offroit le plus magnique ſpectacle qu'on eût encore vû ; ſans parler de ce qu'il ſervoit à l'ornement de la ville, où il y avoit un bel amphithéatre, un ſuperbe pont ſur la Marechia, & un arc de triomphe conſtruit auſſi en marbre.

Deſcription du port d'Oſtie, formé par l'empereur Claude, *pour procurer l'abondance à Rome.*

646. L'empereur *Claude* voulant attirer l'abondance à Rome, entreprit le grand projet conçu par *Jules Ceſar*, de conſtruire une nouvelle ville & un port à la droite de l'entrée du Tibre, vis-à-vis Oſtie, dont elle portât auſſi le nom, comme ſi les deux n'en avoient fait qu'une ſeule, traverſée par le Tibre. Quoique ce deſſein fût d'une dépenſe énorme & d'une très-difficile exécution, nul obſtacle ne put l'empêcher de le conduire à ſa perfection ; il ſe réduiſoit principalement à creuſer en terre ferme un vaſte baſſin pour recevoir les eaux de la mer ; & afin de le garantir des aſſablemens, il fit élever à ſon entrée deux jettées, diſpoſées parallelement, formant un chenal qui alloit en ſerpentant, pour empêcher que les vagues ne ſe portaſſent en droiture dans le port. On bâtit en avant de ces jettées un môle en forme d'iſle, ſur lequel fut élevé un très-beau phare.

Autour du port, on avoit ménagé toutes les commodités propres à la marine & au commerce, principalement des quais accompagnés de galeries en arcades ſoutenues de colonnes de marbre, répondant aux magaſins pour les marchandiſes. Quelque tems après, *Trajan* augmenta la capacité de ce port, en lui donnant plus d'enfoncement, & le porta à un point de magnificence qui ſurpaſſoit tout ce qui a jamais été exécuté par les Romains. Ce port feroit peut-être encore aujourd'hui l'objet de notre admiration, ſi le Pape *Gregoire X* ne l'avoit détruit, de crainte que les Sarraſins ne s'en prévaluſſent contre le repos de Rome.

Idée du port d'Ancône, conſtruit par l'empereur Trajan.

647. *Trajan*, non content des augmentations qu'il avoit faites à la nouvelle Oſtie, voulut encore ſe ſignaler par la conſtruction d'un autre port près d'Ancône. Il prit toutes les meſures poſſibles pour le rendre le plus commode qui fut jamais ; & afin de le garantir de la rapidité des courans, il le forma en coude, & l'embellit de tous les ornemens dont il pouvoit être ſuſceptible, principalement d'un arc de triomphe, dont on voit encore de forts beaux reſtes.

CHAPITRE III.

Deſcription des ports les plus conſidérables établis par les modernes, avec des obſervations inſtructives ſur ce qu'ils ont de particulier.

SI la plupart des anciens ports d'Italie ſont aujourd'hui hors d'état de ſervir, en récompenſe les ſouverains à qui ce beau pays eſt tombé en partage, y en ont fait ou bonifié nombre de nouveaux qui ne le cedent gueres aux précédens : tels ſont entr'autres ceux de Naples, de Ligourne, de Gênes, & de Civita-Vecchia.

Deſcription de la rade & du port de Naples.

648. Le port de Naples paſſe, avec raiſon, pour le plus conſidérable des côtes d'Italie, par ſa poſition & les avantages de ſa figure. Il eſt dans une baye fort ſpacieuſe, parfaitement abriée depuis l'oueſt juſqu'au nord nord-oueſt, par les iſles d'Iſele & de Procyla, & par le promontoire Miſene ; & au ſud ſud-eſt, par le cap Campanelle & l'iſle Cabrita ; de ſorte que ſa rade ne peut être battue que des vents du ſud-oueſt. Son entrée la plus ordinaire eſt entre les l'iſles d'Iſele & Cabrita. On y peut louvoyer en toute ſûreté, jetter l'ancre autour dans nombre de petites anſes, & choiſir les plus favorables à ſe garantir du vent traverſier.

Au fond de cette baye eſt la ville de Naples, belle & magnifique, ſituée ſur un terrein qui s'avance à la mer & forme un coude ou eſt renfermé le port, couvert par un très-beau mole, d'environ deux cens toiſes, avec un crochet de cent vingt, pour empêcher les navires d'être incommodés du remoux ; on mouille dans ce port à quatre & cinq braſſes d'eau. Comme il eſt beaucoup plus élevé que le fond de la baye, qui en a au milieu juſqu'à cent vingt de profondeur, cette grande pente fait que le mouvement de la mer le nettoie aiſément.

Deſcription du port de Ligourne.

649. Le port de Ligourne, un des plus commerçans d'Italie, n'eſt pas moins fameux que le précédent. Il eſt établi au fond du golfe de même nom, vers les embouchures de l'Arno en Toſcane ; on l'a diviſé en grand & en petit port. Le premier rendu fort commode par le moyen d'un magnifique mole, eſt deſtiné aux vaiſſeaux marchands ; & le ſecond, accompagné de

très-beaux arſenaux, eſt réſervé pour les galeres.

Deſcription hiſtorique du port de Genes. Pl. II.

650. Du tems que les Romains achevoient de ſe rendre entierement maîtres de l'Italie, Genes, une des plus anciennes villes de la Ligurie étoit déja belle & floriſſante. Ce fut dans ſon port qu'aborda Magon, général Carthaginois, l'an de Rome 548, avec une flotte de 30 vaiſſeaux de guerre, & un grand nombre de bâtimens de tranſport chargés de l'armée qui ſe joignit à celle des Gaulois contre leurs ennemis communs. Ce port, aujourd'hui plus riche & plus floriſſant que jamais, formé par une anſe qui regarde le ſud, ſe trouvoit avoir à ſon extrêmité orientale une langue de terre qui a donné lieu aux premiers habitans de Genes d'avoir une marine, parce qu'en cet endroit les navires ſe trouvoient abriés des vents traverſiers.

Comme cette anfractuoſité ne pouvoit contenir que de petits bâtimens, à cauſe du peu de fond qui s'y trouvoit, on remédia dans la ſuite à cet inconvénient, en conſtruiſant un mole de 400 toiſes de longueur, qui a commencé à rendre ce port beaucoup plus conſidérable, parce que plus loin ſa profondeur va en croiſſant, depuis 6 juſqu'à 15 braſſes. Cependant comme l'accès en étoit difficile & même dangereux, tant de la part des écueils que de celle des courans qui venoient réfléchir contre le promontoire où eſt actuellement le fanal; que d'ailleurs dans un gros tems, les vaiſſeaux à l'ancre y eſſuyoient des reſſacs violens, on a conſtruit long-tems après un autre mole, qui fait que l'entrée du port ſe trouve couverte aujourd'hui par la hauteur de Carignan, & que les gros vaiſſeaux ſont plus abriés, mais non pas auſſi-bien qu'ils le ſeroient ſi ce dernier mole étoit prolongé davantage vers l'eſt.

Quant à ce qui borde ce port, rien de plus impoſant que les ouvrages qui en défendent l'accès, ni de plus beau que ſon arſenal de marine, que ſes deux darces pour les galeres, que ſes chantiers de conſtruction, que ſes cales & ſes quais, ſans parler de la magnificence de la ville, bien fortifiée du côté de terre, bâtie par amphithéâtre, extrêmement peuplée, la plus commerçante de l'Italie après Veniſe, remplie de ſuperbes palais, en un mot une ville dont le courage des habitans s'eſt manifeſté dans tous les ſiecles, ſur-tout en dernier lieu, avec beaucoup d'éclat, dans les circonſtances les plus critiques où cette ſage république ſe ſoit jamais trouvé, malgré les fréquentes révolutions qu'elle a ſouffert depuis ſon établiſſement, & dont elle s'eſt toujours relevé avec un nouvel accroiſſement de gloire.

651. Pour parler auſſi du port de *Civita-Vecchia*, dans le patrimoine de S. Pierre, que l'on prétend avoir été bâti ſur les ruines de Centumcelle, dont font mention *Procope* & *Pline* le jeune, on voit qu'étant ſitué ſur une plage, il a fallu faire ſes deux moles AB, CD, qui ont en tête les forts B, D, & qu'on en a couvert l'entrée par le troiſieme mole EF, qui acheve de mettre ce port à l'abri de la mer du large, & des vents traverſiers. Il eſt à remarquer que ce dernier mole, au milieu duquel eſt la tour G ſervant de fanal, a une magnifique plate-forme, capable de contenir une nombreuſe artillerie. Des deux paſſages, celui du N. O. BE, a 15 à 16 pieds d'eau, & celui du S. E. DF en a 25. Il eſt à obſerver que les courans allant donner contre la côte au S. E., facilitent cette ſeconde entrée par leur réflexion; c'eſt pourquoi les gros navires y paſſent ordinairement. On mouille dans le port près de la ville, à 12 & 15 pieds d'eau, ainſi que ſous le mole adjacent au château, où il y en a juſqu'à 18. On peut conſidérer ce port comme un des meilleurs, n'ayant d'autre défaut que d'être trop petit. Il contient les galeres du Pape, dans le baſſin qui leur a été ménagé. Il eſt d'ailleurs devenu fort commerçant depuis qu'*Innocent XII* l'a déclaré port franc, après y avoir fait conſtruire des ouvrages dignes de la gloire de ſon pontificat, marqué par tant de beaux endroits, & auſſi par la réparation des ports d'Anzio & de Nettuno, que ſes prédéceſſeurs avoient laiſſé combler.

Deſcription du port de Civita-Vecchia *Parallele de ce port avec celui que l'on fait à Nice:* Pl. III.

On ne peut diſconvenir que la diſpoſition qu'on a donné au port de *Civita-Vecchia*, ne ſoit fort heureuſement imaginée, étant la ſeule qui paroît convenir, lorſqu'il s'agit d'en établir un ſur une plage battue de la mer. On auroit lieu d'être ſurpris que les ingénieurs Piedmontois n'aient pas ſuivi la même idée pour la conſtruction de celui qu'ils font actuellement à Nice, s'il n'étoit à préſumer que ce n'a été qu'après un mur examen & de ſérieuſes réflexions ſur la ſituation des lieux, qu'ils s'y ſont pris autrement; c'eſt pourquoi, ſans nous prévaloir de la connoiſſance que nous avons du local, nous nous garderons bien d'y trouver à redire. Cependant comme ce n'eſt que par la comparaiſon des choſes de même eſpece qu'on peut en apprécier la vraie valeur, nous allons expliquer le projet de ce dernier port, en laiſſant le jugement à l'examen des habiles marins.

652. Il eſt ſitué nord & ſud, ſa droite appuyée à l'eſcarpement de la hauteur de l'ancien château de Nice, qui eſt à l'oueſt, & ſa gauche au pied de la rampe du Montalban, direc-

Deſcription du port de Nice. Pl. III.

tement à l'eſt, occupant la petite plaine qui ſe trouve entre deux. Ce port ſera entierement à l'abri des vents d'eſt & d'oueſt; mais comme la mer du large eſt fort orageuſe quand ceux du ſud regnent, on a cherché à le mettre à couvert de ce côté là par un mole CD de deux cens cinquante toiſes de longueur, diviſé en deux parties, la premiere CE élevée d'environ 30 pieds au-deſſus de la ſurface de l'eau, terminée par un fort ou château E, pour défendre l'entrée du port, indépendamment de l'artillerie qu'on peut placer le long de la plate-forme CG, & couverte d'un parapet de maçonnerie, comme on peut le voir au profil rapporté ſur la planche XXII. Quant à l'autre partie FD de ce mole, elle ne doit être élevée, ſelon le projet, que de 10 ou 12 pieds au-deſſus du niveau de la mer.

Entre le port & l'avant-port, qui n'auront, à ce que l'on prétend, que 18 pieds de profondeur d'eau, il y aura un chantier de conſtruction, le tout accompagné de quais & d'édifices néceſſaires à la marine, ſans parler d'une haute muraille HIK que l'on ſe propoſe d'élever pour mettre à couvert des vents du ſud la partie de l'arriere-port qui ne ſera pas abriée par le mole ſupérieur CE.

A conſidérer la ſituation du port, on pencheroit à croire que ſon entrée ſera d'un difficile abord, & qu'elle ne peut être praticable qu'avec le vent d'eſt, au lieu qu'il paroît que ſi on lui en avoit ménagé deux oppoſées, comme à *Civita-Vecchia*, on eût eu l'avantage d'y entrer & d'en ſortir par pluſieurs autres airs de vent; mais ce défaut ſera peut-être réparé par la rade de Villefranche, à portée de recevoir les bâtimens, lorſque les vents trop forts ou contraires ne leur permettront pas d'entrer dans le port, parce que là ils pourront, en tems calme, ſe faire remorquer leur chaloupe, le trajet n'étant gueres que de 4 à 5000 toiſes.

Tandis que nous touchons à la côte de Provence, il eſt bien juſte de décrire les ports de Toulon, de Marſeille & d'Antibes, dont nous ſommes en état de parler pour en avoir jugé pendant le ſéjour que nous y avons fait, éclairés par le commerce des plus habiles ingénieurs de la marine.

Deſcription hiſtorique du port de Toulon.

653. Quoique Toulon ſoit un des meilleurs ports de la Méditerranée, il ne paroît pas que les anciens y aient fait beaucoup d'attention, ne reſtant aucun veſtige qui puiſſe leur être attribué. Ce n'eſt gueres que depuis que ce port eſt paſſé au pouvoir des rois de France, qu'il a commencé à devenir de

de conſéquence. *Louis XII* eſt le premier qui a connu tout l'avantage que ſon royaume pouvoit en tirer; frappé de la bonté de ſa rade, il y fit conſtruire, pour la défendre, la groſſe tour, telle qu'on la voit encore aujourd'hui; enſuite *François I* ordonna la ſeconde, nommée tour de Balaguer.

En 1594, *Henri IV* aggrandit & fortifia la ville. Comme alors il n'y avoit point de baſſin ſéparé de la rade, il fit élever à pierres perdues & par encaiſſement, les deux grands moles FEG & GHIK, pour envelopper ce qu'on appelle aujourd'hui l'ancienne darce, dont l'entrée eſt en G.

Louis le Grand a depuis enchéri ſur les ouvrages de ſes prédéceſſeurs, ayant fait aggrandir la ville du double de ce qu'elle étoit auparavant, & fait conſtruire en 1680 la nouvelle darce FEBDA, capable de recevoir les plus forts vaiſſeaux. Son entrée eſt placée vers le milieu B, & défendue, ainſi que la précédente G, par les baſtions de l'enceinte que l'on a bâti à grands frais ſur des moles élevés à pierres perdues. Ce nouveau port, qui communique à l'endroit L avec l'ancien, eſt bordé de magnifiques quais, accompagnés de toutes les commodités convenables à l'arcenal de la marine ANOM, propre à de grands armemens, comprenant une quantité d'édifices dont la majeſté annonce la grandeur du monarque qui les a ordonné. C'eſt pourquoi ce port peut être appellé Port-Royal, pour le diſtinguer des autres qui ne ſont que marchands. D'autre part, pour défendre encore mieux l'entrée de la rade, il y a fait conſtruire les forts de l'Eguillette & de S. Louis. Nous aurons occaſion dans la ſuite de parler plus en détail de tous ces grands travaux, pour en déduire des méthodes propres à ceux qui ſe font dans la Méditerranée. Pl. III.

654. La rade de Toulon jouit de tous les avantages que l'on voit rarement réunis dans les autres, c'eſt pourquoi nous la rapportons comme exemple. Elle a une étendue aſſez conſidérable pour contenir une grande quantité de vaiſſeaux de ligne à couvert de la mer du large, n'eſſuyant qu'un peu de reſſac qui vient du côté de Ste Marguerite, mais qui ne fatigue pas trop. Son fond eſt par-tout de vaſe, on peut s'y échouer ſans riſquer d'endommager les vaiſſeaux, dans le cas où l'on ſeroit obligé d'y entrer après avoir perdu toutes les ancres; l'on y mouille à 4, 5, 6 & 7 braſſes d'eau. Son entrée eſt ſaine, & n'a qu'environ 600 toiſes d'un rivage à l'autre, de ſorte que les feux des batteries établies de droite & de gauche, la croiſent parfaitement. *Deſcription de la rade de Toulon, rapportée pour exemple comme une des meilleures qu'il y ait.* Pl. VI.

Elle eſt d'ailleurs défendue, comme nous venons de le dire, par quatre forts, qui ſont la groſſe Tour & le fort de S. Louis à l'eſt; celui de l'Eguillette & la Tour de Balaguer à l'oueſt, ſans parler des autres batteries répandues ſur la côte. Au ſurplus la montagne de Condon & celle de Notre-Dame de la Garde, déſignent de fort loin l'entrée de cette rade, ce qui eſt un grand avantage pour les bâtimens étrangers qui ne connoiſſent point particulierement la côte.

Origine de Marſeille.

655. L'on prétend que Marſeille, aujourd'hui une des plus belles & des plus opulentes villes de France, dont le floriſſant commerce s'étend dans toutes les parties de la terre, doit ſon origine à une colonie de Photiens en Béotie, province de Grece, qui vint s'établir en Provence l'an 164 de Rome, & 590 ans avant l'ere chrétienne. Les Marſeillois paſſent pour être les premiers qui ont apporté de la Grece dans la Gaule le goût des arts & des belles-lettres, ayant établi, dès la naiſſance de leur ville, des écoles où la jeuneſſe venoit de toute part s'inſtruire, même celle de Rome. Nés auſſi valeureux qu'ils étoient civiliſés, ils ſoutinrent, avec avantage, diverſes guerres contre les Carthaginois, les Liguriens & les Gaulois, ſans avoir jamais rien eu de fâcheux à démêler avec les Romains, & dont ils ont toujours été les plus fideles alliés. La puiſſance & les forces des Marſeillois devinrent ſi conſidérables, qu'ils ſe virent dans la ſuite en état de bâtir pluſieurs villes, entr'autres Nice, Antibe & Agde, qu'ils peuplerent du nombre prodigieux d'habitans dont s'étoit accrue leur capitale.

Deſcription de la rade & du port de Marſeille.

656. Pour me borner à ce qui regarde ſon port, il eſt ſitué à l'eſt au fond d'une baye qui lui ſert de rade, ſelon la judicieuſe maxime des anciens; mais cette rade ne vaut pas, à beaucoup près, celle de Toulon, parce que les vaiſſeaux y ſont battus des vents du ſud & ſud-eſt, n'étant à l'abri que de ceux d'oueſt & ſud-oueſt. Elle comprend vers ſon milieu, vis-à-vis la ville, trois petites iſles occupées par le château Dif, le fort de Rotoneau & celui de Pomégue, qui défendent parfaitement cette rade, conjointement avec une quantité de batteries placées à la ronde ſur la côte, qui croiſent de toute part avec celles des forts précédens. L'on mouille dans cette rade par 4, 5, 6, 7 à 8 braſſes d'eau, plus ou moins, ſuivant qu'on eſt éloigné de terre; car à certaine diſtance, il y en a juſqu'à 45.

Le port, qui eſt renfermé dans la ville, & qui a été en partie creuſé avec des machines à cuillere, a ſon entrée de 45

toiſes de largeur fermée par des chaînes ſoutenues ſur des piliers de pierre qui ne laiſſent de libre qu'un paſſage de 17 toiſes, qu'on ferme à clef pendant la nuit. Cette entrée eſt bornée au ſud par une bonne citadelle, & au nord par le fort S. Jean, qui la rendent abſolument impraticable aux navires mal intentionnés ; c'eſt pourquoi je la cite comme un exemple digne d'attention. Elle a, au ſurplus, un avantage unique, qui eſt d'être entiérement couverte de la groſſe mer & des vents, par un petit promontoire qui s'avance du ſud au nord, ne laiſſant aux vaiſſeaux qu'autant de paſſage qu'il en faut pour entrer aiſément dans le port ; de ſorte qu'on peut dire qu'il n'y en a point dont l'accès ſoit plus heureuſement diſpoſé, comme l'on en pourra juger par le plan gravé de Marſeille que l'on vend dans cette place, y en ayant peu qui le valent pour la juſteſſe.

Ce port, avantagé par *Louis XIV* du droit de franchiſe, en 1669, a été long-tems l'aſyle des galeres de France, qui ont donné lieu à ce monarque d'y faire de magnifiques formes pour leur conſtruction, & un arcenal où l'on voit une des plus belles ſales d'armes qu'il y ait en Europe ; mais les galeres & le corps qui leur étoit affecté ayant été réunis à la marine de Toulon, le port de Marſeille eſt devenu entiérement marchand depuis 1748.

657. A l'égard d'Antibes, je dirai en paſſant que cette ville fut unie au domaine du comté de Provence en 1608, par l'acquiſition qu'en fit *Henri le Grand* ; qu'elle fut enſuite fortifiée par *Louis XIII* & *Louis XIV*, qui l'ont miſe en l'état où elle eſt aujourd'hui. L'on voit par le plan que nous en rapportons, que l'on a profité anciennement du havre que la nature avoit formé en cet endroit-là, pour y établir un petit port marchand, ou ſimplement de refuge. Comme il s'eſt rencontré à l'eſt un briſan ou banc de rocher CDE, en continuation de l'eſcarpement ABC, on l'a approprié pour y élever un rempart qui couvre la plus grande partie du port, dont l'accès eſt défendu par le baſtion F & par le fort quarré ſitué ſur une éminence, d'où il tient en reſpect tout ce qui pourroit porter ombrage, tant de la part de la mer que de celle du pays. Ce port n'ayant rien de particulier, je ne m'y arrêterai pas davantage, & vais terminer par ceux de Gibraltar & de Malte, ce qui me reſte à dire ſur la Méditerranée.

Deſcription du port d'Antibes. Pl. III.

658. La conſéquence du port de Gibraltar, à l'embouchure orientale du fameux détroit de ce nom, ſur la côte d'Andalou-

Deſcription de la rade &

du port de Gibraltar.

ſie, province d'Eſpagne, mérite que nous en faſſions mention à cauſe de l'avantage de ſa poſition pour la sûreté des navigateurs. Ce port eſt formé par une preſqu'iſle qui s'avance du nord au ſud d'environ 3000 toiſes, & qui tient à la terre par une gorge étroite allant en s'élargiſſant juſqu'à 600 toiſes à l'endroit où eſt bâtie la ville, bien fortifiée ſur un rocher fort eſcarpé du côté de l'Eſpagne; où elle eſt abſolument inacceſſible. Cette peninſule forme, avec la côte qui lui eſt oppoſée à l'oueſt, une magnifique baye regardant le ſud. Elle a cinq quarts de lieue de large, ſur environ deux lieues de profondeur. Elle eſt couverte du nord au ſud par le cap Carnero, qui la préſerve des courans réfléchis par la côte d'Afrique, qui bordent le royaume de Fez, & qui facilitent l'entrée de cette baye aux vaiſſeaux engagés dans le détroit, parce que les marées y portent nord-quart-nord-eſt. L'on mouille autour de cette baye, depuis 10 juſqu'à 20 braſſes d'eau, & beaucoup plus en approchant du milieu, dont on ne connoît pas le fond. Il eſt à remarquer que dans les vives eaux ordinaires, la mer y monte & baiſſe d'environ 6 pieds.

Au bord de la peninſule de Gibraltar, qui regarde l'oueſt, la nature a ménagé deux anſes ou enfoncemens, diſtans d'une demi-lieue l'un de l'autre, formant deux bons ports qui ont été abriés chacun par un grand môle, qui s'étend du ſud-eſt au nord-oueſt. Celui de ces deux ports le plus avancé dans la baye, & qui ſe trouve immédiatement ſous la ville, a 10 à 12 pieds d'eau à marée baſſe; le ſecond qui le précede, eſt beaucoup meilleur, ayant dans le meme tems depuis 20 juſqu'à 24 pieds d'eau, ce qui le rend d'une extrême utilité, à cauſe de l'irrégularité des courans dans le détroit. Au ſurplus, l'entrée de ces ports étant nord-oueſt, ſe trouve couverte par l'Eſpagne, par conſéquent abriée de tous les vents. Mais la baye a pour traverſier, celui du ſud-oueſt & d'eſt-nord-eſt, qui rendent la mer très-dure; cependant il n'eſt pas moins heureux pour les navigateurs de pouvoir s'y retirer pendant un gros tems, & delà gagner l'un des deux ports. Au reſte, pour bien juger de leur poſition, l'on pourra avoir recours à la carte du détroit de Gibraltar que l'on vend gravée.

Deſcription du port de Malthe.

659. L'iſle de Malte, ſi fameuſe par la diſtinction des chevaliers de S. Jean de Jeruſalem, à qui elle appartient depuis l'an 1530, que l'empereur *Charles V* les en mit en poſſeſſion, a ſon port ſi heureuſement formé, que je crois ne pouvoir me diſpen-

ſer de le citer avant que de ſortir de la Méditerranée. Il ſera difficile de s'en former une juſte idée ſans le ſecours de ſon plan, que j'euſſe volontiers joint à ce chapitre, de même que ceux de tous les autres ports modernes dont je parle, s'il n'avoit fallu borner les planches de ce volume au nombre de ſoixante des plus utiles, pour n'en pas trop augmenter le prix; mais comme le plan dont il s'agit ſe vend gravé chez les géographes, l'on pourra y avoir recours, afin de mieux juger de ce qui ſuit.

La ville de Malte, nommée auſſi la cité Valette, occupe une preſqu'iſle qui s'étend du ſud-oueſt au nord-oueſt vers la mer, ſur environ 1300 toiſes de long & 400 de large, parfaitement bien fortifiée à la moderne.

Cette preſqu'iſle, ſituée au milieu d'un golfe, donne lieu à deux ports principaux, dont le premier, que l'on nomme le grand, au ſud-eſt de la ville, a 1500 toiſes de profondeur, & 300 de largeur. Il eſt partagé en trois bras de mer, formant autant de grands baſſins ſéparés par deux langues de terre qui regnent du ſud-eſt au nord-oueſt, l'une nommée l'iſle de la Sangle, & l'autre la cité victorieuſe; cette derniere ayant en tête le château S. Ange, toutes deux fort peuplées, répondant par leur fortification au fort Ste Marguerite, qui eſt une troiſieme habitation peu diſtante des précédentes. Le premier de ces baſſins, en partant du ſud-oueſt, eſt celui qu'on appelle le port de la Sangle ou des François. Le ſecond, placé entre l'iſle de ce nom & la cité Victorieuſe, eſt le port où ſe tiennent les galeres de l'Ordre; & le troiſieme, eſt celui qu'on nomme du Bourg ou de la Renalle. Leur entrée commune, qui n'a que deux cens toiſes de largeur, eſt parfaitement défendue par le fort du Ricazoli à l'eſt ſur le promontoire de l'Ourſe, & par le château S. Elme à l'oueſt, à la pointe de la cité Valette, à quoi on peut ajouter le château S. Ange, qui ſe préſente vis-à-vis cette entrée, dont l'accès ne paroît point praticable à l'ennemi. A l'égard de l'autre port qui eſt au ſud-oueſt de la cité Valette, nommé le port de Marſa-Muſeitte, il eſt deſtiné à ſervir de retraite aux vaiſſeaux qui viennent du Levant, & qui ſont obligés de faire quarantaine. Son entrée eſt défendue auſſi par le château S. Elme, & plus avant par celui de l'iſle du Lazaret. Tous ces ports ſont d'un excellent mouillage & d'une bonne tenue, ſans qu'il s'y faſſe aucun rapport, & font enſemble la diſpoſition la plus commode qu'il y ait au monde pour la marine.

Origine de l'établiſſement de Cadix.

660. Les côtes d'Eſpagne & de Portugal ſur l'Océan, ne ſont pas moins favoriſées de magnifiques bayes que celles de la Méditerranée. La plus remarquable eſt celle de Cadix, répondant à la province d'Andalouſie, ſoit par la ſingularité de ſa figure, ſoit par les avantages qui lui ſont propres. *Solin*, auteur latin, qui a écrit dans le goût de *Pline* ſous le regne de *Veſpaſien*, prétend qu'une colonie Tyrienne qui s'embarqua ſur la mer Rouge ayant fait le tour de l'Afrique, vint ſurgir dans l'iſle de Cadix, où elle fonda la ville de ce nom, qui a été longtems le dernier terme de la navigation des anciens, dans la penſée qu'on ne pouvoit aller plus loin.

Situation de l'iſle de Cadix.

661. La nature a ſi heureuſement diſpoſé la baye de Cadix, qu'elle n'auroit rien laiſſé à deſirer, ſi ſon entrée étoit moins grande & moins dangereuſe par les écueils qui s'y trouvent, mais que l'on évite aiſément, pour peu qu'on la connoiſſe. L'iſle qui couvre cette baye a ſix lieues de longueur du N. O. au S. O. & deux dans ſa plus grande largeur; elle n'eſt ſéparée du continent vers le ſud-eſt, que par un petit canal où eſt le port Suaço; de ſorte que les vaiſſeaux ſont obligés, pour arriver dans le port, de paſſer au N. O. de l'iſle, où eſt ſituée la ville qui a cela de particulier, par rapport à la rade, que pour aborder cette ſeconde, il faut paſſer ſous le canon de la premiere, & près le port qui leur eſt intermédiaire, ſitué dans le coude que forme la ville ſur la tête de l'iſle, en s'avançant dans la baye, au lieu que c'eſt tout le contraire dans les autres où la rade précede ordinairement le port.

Deſcription du port & de la rade de Cadix.

662. Quoiqu'il ſoit aſſez difficile d'expliquer une diſpoſition auſſi ſinguliere ſans le ſecours de la carte qui le repréſente, mais que l'on aura aiſément, parce qu'elle ſe vend gravée, on ſaura que cette baye, couverte de la ſorte, eſt diviſée par une langue de terre partant du continent, & qui s'étend du N. E. au S. O. ſur la longueur de deux lieues; de maniere qu'elle forme deux bayes au lieu d'une. Il faut paſſer par la premiere, répondant à la ville & au port pour aborder à la ſeconde, qui tient lieu de rade, dont l'entrée compriſe entre la pointe de cette langue & l'iſle, n'eſt que d'environ 1000 toiſes de largeur.

Cette rade, abriée de toute part, excepté des vents qui ſoufflent du N. O. à l'eſt, mais qui incommodent peu dans les plus grandes tempêtes, a trois lieues du N. E. au S. O. entre le continent & l'iſle, & deux lieues du N. O. au S. E. On y mouille

depuis 4 jusqu'à 9 brasses d'eau. Son entrée est soutenue par les forts de S. Laurent & de Matagore, qui sont à droite & à gauche, sans parler de la ville & du château S. Philippe, qui en défendent encore l'accès par un feu de revers. Quant à l'entrée de la premiere baye qui peut avoir une lieue & demie de largeur, il y a plusieurs forts, entr'autres ceux de Ste Catherine & de S. Sebastien. Les marées qui portent N. E. & S. O. après avoir donné contre l'anse qui est entre la pointe de Rota & celle de Ste. Catherine, se réfléchissent de maniere qu'elles conduisent naturellement les navires au port & dans la rade.

Observation sur la différence des Ports de la Méditerranée avec ceux de l'Océan.

663. L'on sait que le port de Cadix est le rendez-vous ordinaire des galions d'Espagne, par conséquent des flotes venant des Indes occidentales chargées des trésors du Perou. Les plus forts vaisseaux y sont toujours à flot dans le tems des plus basses marées, avantage assez rare le long des côtes occidentales & septentrionales de l'Europe, principalement dans la Manche, dont les ports n'ont alors que peu ou point d'eau, ce qui oblige les gros navires de se tenir à l'ancre à une certaine distance du port, où ils ne peuvent, dans la plupart, entrer même à marée haute, d'où il résulte que c'est la bonté de la rade qui décide du mérite de ces ports; mais la plupart de ces rades ont le défaut d'être *foraines*, nom qu'on donne à celles dont les bords n'ont point d'élévation pour abrier les vaisseaux des vents du large; au lieu que dans la Méditerranée, les ports & leur rade, ne font presque par-tout qu'une même chose, renfermée dans une seule baye bien abriée où ils ont toujours autant d'eau qu'ils en ont besoin.

Description du port de Rochefort. Défaut de ceux qui sont assis à l'embouchure des rivieres.

664. Tout le monde sait que les deux plus magnifiques ports de France sur l'Océan, sont ceux de Rochefort & de Brest, destinés pour les grands armemens. Le premier, dans la province de Xaintonge sur la Charente, à trois lieues de l'embouchure de cette riviere, n'étoit autrefois qu'un petit château, autour duquel *Louis XIV* fit tracer, en 1666, une ville bien percée, qui ne tarda point à se peupler d'un grand nombre d'habitans attirés par les beaux privileges que ce monarque leur accorda. La grandeur & les commodités de l'arcenal de la marine, & les magnifiques formes qu'on y a faites pour la construction & le radoub des vaisseaux de guerre, passent pour les morceaux de cette espece les plus achevés qu'il y ait en Europe; mais ce fameux port, qui n'est autre chose que la Cha-

rente même, eſt ſujet à l'inconvénient de preſque tous ceux qui ſont ſur les rivieres, par la vaſe qu'elles charrient, & qui s'accumule au point d'y former des attériſſemens ſi conſidérables qu'on a lieu d'en appréhender la perte, ſi l'on n'y remédie par une attention continuelle à les détruire à meſure qu'ils naiſſent.

Deſcription de la rade & du port de Breſt.

665. Celui de Breſt, ſi célebre par la bonté de ſa rade, pour le refuge des armées navales, eſt ſitué dans une baye; la ville ſe trouve au nord; elle eſt traverſée par la riviere de Pinfeld, qui lui tient lieu de baſſin : au ſud de la ville eſt la rade partout de bonne tenue, d'environ huit lieues de tour, & où les vaiſſeaux peuvent mouiller à 8, 10 & 15 braſſes d'eau à marée baſſe, qui eſt tout ce que l'on peut déſirer; c'eſt dommage que ſon entrée au quart-oueſt-ſud-oueſt, qui a une demi-lieue de largeur, ne ſoit point aiſée à cauſe des rochers nommés les Fillettes & le Maignan placés vers le milieu, qu'on ne découvre qu'au tems des vives eaux, mais qu'on évite cependant en rangeant la terre du nord au ſud.

L'on pourroit auſſi reprocher à cette rade de n'être point aſſez abriée des vents impétueux du large qui ſoulevent la mer, & fatiguent beaucoup les vaiſſeaux qui ſont à l'ancre. Au reſte, elle eſt des plus reſpectables par le grand nombre de batteries qui en défendent l'accès. A l'égard de l'entrée du port renfermée dans la ville, elle eſt défendue par un bon château qui eſt à l'eſt, & par la batterie royale à l'oueſt. Je paſſe ſous ſilence tous les édifices qui appartiennent à la marine, pour ne point paſſer les bornes où je me ſuis propoſé de renfermer la matiere de ce chapitre. Par cette raiſon, je n'entreprends point de parler de tous les autres ports de France, que l'on trouve en ſuivant la côte, afin de m'arrêter particulierement à ceux qui intéreſſent davantage la Manche.

Obſervation ſur les inconvéniens de la navigation de la Manche.

666. L'on a vu, article 607, combien ce canal étoit dangereux par l'irrégularité des courans, par les écueils qui ſe rencontrent dans le paſſage de la déroute, & dans le raz Blanchard, juſqu'à celui de Barfleur, ſans parler des inquiétudes que cauſent en tems de guerre les corſaires Anglois, toujours en croiſiere à couvert de leurs iſles, ce qui oblige les navires François de faire route le long de la côte de baſſe-Normandie, où ils n'ont point d'abris aſſurés contre les ennemis ni contre les tempêtes. Comme d'auſſi grands inconvéniens ne pouvoient manquer d'attirer l'attention du miniſtere, la Cour s'eſt déterminée

miné à conſtruire un port à Cherbourg, lequel étant perfectionné, ſera d'un grand ſecours aux frégates de 40 à 50 canons & aux navires marchands ; cependant l'impoſſibilité de faire entrer dans ce port des vaiſſeaux du premier rang, a donné lieu au projet d'abrier ſa rade, de façon à les tenir à flot, ſans être incommodés des vents.

Deſcription de la rade de Cherbourg. Projet pour la rendre capable de couvrir des armées navales. Pl. V.

667. Pour en juger, on ſe rappellera que nous avons dit, article 532, que cette rade ſe trouvoit vis-à-vis le port, ayant auſſi-bien que lui ſon entrée principale N. & S. qu'elle avoit une lieue & demie d'étendue de l'eſt à l'oueſt, & du N. E. au S. O. ſur une demi-lieue de large; à quoi j'ajouterai que la courbure de la côte & l'iſle Pelé l'abrient de la plupart des vents, n'étant incommodée que de ceux du nord & du N. N. O. mais qui ſont d'ailleurs d'autant plus favorables pour conduire les vaiſſeaux au port, que les marées qui viennent de cette part les y portent naturellement. Elle a encore cela d'avantageux, que le fond étant de ſable & d'argile, allant en pente du ſud au nord, l'ancre ne peut chaſſer. Au ſurplus, on y mouille à baſſe mer au S. O. de l'iſle Pelé, par 5, 6 & 7 braſſes d'eau, & plus loin à 8, 9 & 10.

Ce ſont tous ces avantages qui ont fait naître l'idée d'embraſſer cette rade par pluſieurs moles AB, CE, GH & IK, qui formeront enſemble une retraite aſſurée aux plus gros vaiſſeaux. L'on voit qu'on laiſſe pour entrée principale de ce vaſte baſſin, l'intervalle HI, ayant de droite & de gauche les batteries H & I pour la défendre par des feux croiſés ; qu'on veut auſſi ménager une autre entrée BC pour de médiocres bâtimens. Comme l'iſle Pelé couvre en partie dans les grandes vives eaux, on s'eſt propoſé de la traverſer d'une chauſſée DE, DO, contre l'élévation des vagues, & d'y faire en tête une batterie O. Pour mieux défendre l'accès de cette iſle, ainſi que la partie de la rade qui s'étend vers l'eſt, on doit conſtruire le fort L, à portée duquel ſe trouvera un petit port MDF, formé par la ſaillie DM d'une pointe de rocher, & par le petit mole FN qu'il faudra y faire, à quoi l'on joindra les commodités néceſſaires à la carene & au radoub des vaiſſeaux.

L'on ne peut diſconvenir que ſi jamais ce projet a lieu, ſon exécution ne ſoit des plus avantageuſes à la France, qui aura, en face des plus beaux ports d'Angleterre, un aſyle capable de contenir une armée navale, dont l'utilité en tems de guerre ſe fait trop ſentir pour en expoſer les motifs. En attendant, le port de Cherbourg

étant une fois achevé, ſera toujours d'une grande reſſource aux navigateurs, qui pourront y attendre les vents favorables à doubler le cap de la Hague, & la pointe de Barfleur. Il deviendra un entrepôt d'autant plus utile au commerce, que les navires qui ne voudront pas s'expoſer à la rade du Havre, nullement tenable en hyver, ni riſquer d'entrer dans ſon port, pourront faire tranſporter leurs marchandiſes de Cherbourg à Rouen par des alleges, qui dans l'eſpace de 12 heures, ſe rendront à l'embouchure de la Seine, pour de-là remonter en trois ou quatre jours cette riviere juſqu'à Rouen.

Deſcription de la baye de la Hougue.

668. Le deſir d'accroître les forces maritimes de la France, a fait encore examiner s'il n'y avoit point ſur les côtes de Normandie quelqu'autre emplacement favorable pour y conſtruire un port royal, & l'on n'en a point trouvé qui fût plus digne d'attention que la fameuſe rade de la Hougue, où les navires ont coutume de mouiller, en attendant les vents propices; d'autant mieux que la configuration de la baye qu'on y trouve, ſemble inviter à lui donner la préférence. En voici la poſition.

Pl. V.

Elle eſt ſituée à l'eſt de la preſqu'iſle du Cotentin, & au ſud du cap de Barfleur, où le rivage de Réville avec celui de Saint-Vaaſt & de Morſalines, forment deux anſes. Entre ces derniers eſt une langue de terre, ſur l'extrêmité de laquelle eſt aſſis le fort de la Hougue; & devant le bourg de S. Vaaſt ſe trouve l'iſle Tatihou, armée de batteries qui protegent cette rade, où il y a à marée baſſe 5, 6, 7 & 8 braſſes d'eau, ſuivant qu'on eſt plus ou moins éloigné de terre. Elle s'étend entre la côte & le banc du Bec, qui joint les iſlotes S. Marcou, & l'on y paſſe entre le bout de ce banc juſqu'à la roche la plus avancée, nommée Gavendel, adjacente à l'iſle. Elle eſt abriée par la côte des vents du nord, juſqu'au ſud-ſud-eſt. Ceux qui dominent le plus, ſont le N. E. l'E. & le S. E. cependant on y a vu rarement périr des vaiſſeaux dans les plus fortes tempêtes, parce que ſon fond eſt d'une bonne tenue. Après cet expoſé, voici le projet qui a été conçu en conſéquence.

Projet pour conſtruire un port royal à à la Hougue.

669. Il conſiſte à former un port dans l'eſpace qui eſt entre la Hougue & l'iſle Tatihou, où il y auroit toujours à marée baſſe 4, 5 & 6 braſſes d'eau. Pour cela, il faudroit le couvrir de deux digues à peu près circulaires; l'une ABCD répondant aux roches de Saint-Vaaſt, & l'autre DEFG à celui de l'Adent, laiſſant entre leur tête A & G un paſſage commode; de ſorte que par

cette diſpoſition, le port auroit 650 toiſes de l'eſt à l'oueſt, & autour de 500 du N. au S. où l'on feroit un baſſin vis-à-vis Saint-Vaaſt, dont on formeroit une ville avec l'iſle Tatihou, comme on le voit marqué par l'enceinte ponctuée.

Quoique ce projet ſoit des plus magnifiques, l'extrême dépenſe de ſon exécution a été cauſe qu'il n'a pas eu lieu, joint à la crainte que les vagues n'ayant plus la liberté, comme de coutume, d'excaver & de nettoyer cet emplacement, il ne s'y fît des dépôts de vaſe capables de le combler inſenſiblement; à quoi il importe fort de prendre garde quand il s'agit de former un nouveau port, de crainte qu'il ne devienne inutile quelques années après en avoir fait la dépenſe.

Second projet pour la Hougue préférable au précédent.

670. Un ſi juſte ſujet d'appréhenſion a donné lieu de rechercher s'il n'y auroit pas un autre moyen de profiter des avantages qu'offroit la même rade, ſans avoir rien à redouter de fâcheux pour l'avenir. Après un mûr examen, on n'en a point trouvé de meilleur que de ſe ſervir de l'enfoncement formé par la pointe de la Hougue & le rivage de Morſalines, en faiſant à l'eſt une digue AB, parallele à la langue de terre adjacente à Saint-Vaaſt, & une autre CDE à l'oueſt, pour avoir un grand baſſin & un avant-port, l'un & l'autre ſéparés par une digue EF, au milieu de laquelle on feroit une écluſe G, pour que la retenue des eaux du baſſin ſervît à curer le port, qu'on ſuppoſe accompagné de jettées HI & KL, portées juſqu'à la baſſe mer, & dirigées de maniere que la ſeconde venant aboutir au petit rocher du Manquet, puiſſe renvoyer dans le port le cours des marées, afin d'en mieux faciliter l'accès. Les vaiſſeaux auront l'avantage de s'y trouver à flot dans le tems de la baſſe mer, étant aiſé de le creuſer juſqu'à la profondeur de 20 pieds, parce que le terrein y eſt glaiſeux, & que d'ailleurs il n'y a nul obſtacle à ſurmonter dans l'exécution, ni aſſablemens à craindre pour l'avenir, & encore moins la levée de la vague. Pl. V.

Je paſſe ſous ſilence que la rade étant de bonne tenue, les vaiſſeaux n'y courront aucun riſque dans un gros tems, & moins encore de la part de l'ennemi, lorſqu'elle ſera protégée des forts & risban qu'on peut faire ſur le rocher de Gavendel, & à la tête du banc du Bec. Que ſi l'on étoit obligé de lever l'ancre, il ſeroit facile de paſſer dans le port, lequel ayant toujours de l'eau ſuffiſamment à baſſe mer, l'on n'auroit pas long-tems à attendre pour y entrer avec le flot.

Remarq.

671. Il eſt certain qu'un port auſſi heureuſement placé, favo-

ſur les avantages que la France retireroit d'un port bâti à la Hougue.

riſeroit beaucoup le commerce ; il ſeroit d'autant plus utile, que la rade du Havre n'étant pas sûre, & l'entrée de ſon port étant ſouvent embarraſſée par le gallet que la mer détache des falaiſes de la haute Normandie, on pourroit réſerver ce dernier uniquement pour le commerce, & transférer ſa marine dans le précédent, où les vaiſſeaux ſeroient plus commodément qu'en tout autre endroit de la côte. Le port de Cherbourg & celui de Grandville, peuvent encore ſervir d'aſyle au commerce, & armer beaucoup de corſaires qui protégeroient notre navigation, & affoibliroient celle des ennemis, lorſque la guerre leur permet de ſe prévaloir de l'heureuſe ſituation de leurs ports.

Situation de Grandville, avec la deſcription des travaux qu'on y fait actuellement pour en bonifier le port.

Pl. V.

672. Comme des exemples tels que les deux précédens ſont propres à fournir des idées dans le cas où il s'agiroit de ſuppléer par l'art à ce que la nature aura refuſé, ſoit pour mettre à couvert une rade qui ne l'eſt point, ou pour former un port qu'il faut garantir des dommages que les courans peuvent cauſer, en voici un troiſieme tiré du projet qui s'exécute actuellement à Grandville.

Cette ville, bâtie ſur un rocher, formant une preſqu'iſle eſcarpée, qui tient au continent par une iſthme fort étroite entre Coutance & le mont S. Michel, a ſon port au midi. On doit l'enfermer dans une nouvelle enceinte ABCDEFG, qui deviendra dans la ſuite une ville baſſe au pied de l'eſcarpement AHL, ſans parler de l'aggrandiſſement dont la haute eſt ſuſceptible, en occupant le reſte de la preſqu'iſle. Les habitans de Grandville nés laborieux, & fort portés pour le commerce maritime, ont travaillé long-tems par eux-mêmes à couvrir leur port, & n'ont rien épargné pour le mettre en valeur par la fabrique d'un grand nombre de gros navires ; mais ne pouvant les y retenir ſans être battus des vents de S. & de S. O. le roi touché de leur émulation, a ordonné qu'on exécutât le projet qu'on rapporte ici. Sa partie la plus eſſentielle eſt le mole détaché QR, répondant à un rocher ſur lequel ſera élevé le fort OPQ, l'un & l'autre pour couvrir l'entrée de ce port, & le garantir des aſſablemens, comme à Civita-Vecchia. Comme la mer y monte de 30 à 36 pieds au tems des vives-eaux, mais ſeulement de 10 à 11 dans les quadratures, on ſe propoſe d'approfondir ce terrein depuis le mole juſqu'au fond du port, pour qu'alors il ait 16 à 17 pieds d'eau ; & afin de pouvoir tenir toujours à flot une quantité de frégates, le deſſein eſt d'accompagner ce port d'un baſſin qui aura à ſon entrée une écluſe S,

& en dehors une digue IKLM, pour former une retenue deſtinée à recevoir les eaux de la riviere du Boſq & celle de la mer, afin de curer ce port & ſon baſſin, moyennant d'autres écluſes ménagées dans le front GFE, comme à Cherbourg, article 527.

673. Pour juger du mérite de ce projet, eu égard au cours des marées, l'on ſaura qu'au commencement du flot il vient le long de la côte de l'oueſt du côté du nord de la preſqu'iſle, paſſe au-devant de ſa tête, & de-là donne directement dans le fond de la baye du mont S. Michel, d'où étant renvoyé il circule autour du rivage, & ſe rend au port de Grandville, en ſe choquant contre ceux qui continuent leur route vers la même baye, ce qui ſe paſſe de la ſorte juſqu'à la pleine mer, tems auquel les eaux reſtent dans une eſpece d'équilibre; mais dès que l'ebe eſt venu, le courant reprend ſa derniere détermination, paſſe dans le port, circule autour de la tête de l'iſthme, & retourne d'où il étoit parti; de ſorte qu'en ſe retirant il facilite la ſortie du port par le paſſage d'oueſt S. O.

Obſervation ſur le cours des marées qui facilitent l'entrée & la ſortie du port de Grandville.

A l'égard de la maniere de gagner ce port, l'on peut y entrer à mi-flot à la faveur du courant qui porte dans la baye, parce que l'eau qui vient du large reſſerrant celle qui avoiſine le rivage, on n'a point de peine à gouverner pour arriver au paſſage DR de l'eſt. Au ſurplus le remoux qui contourne aujourd'hui le port, ſe trouvant arrêté par la digue LM qui ferme la retenue, prendra indubitablement ſa direction entre le mole & les têtes CD, & nettoyera ce paſſage de tout embarras.

Il n'eſt pas douteux que ce port, étant perfectionné, ne ſoit fort commode & d'une extrême utilité; mais ſon défaut ſera toujours de n'avoir point de rade à portée, & d'être obligé d'aller mouiller à Cancale, lorſqu'on y eſt forcé par les tempêtes, à moins qu'on ne profite du flot pour entrer dans le port.

674. Après les heureux emplacemens que les anciens ont ſu choiſir dans la Méditerranée pour l'établiſſement de leur marine, il n'y a point de côte en Europe qui en préſente un plus grand nombre d'excellens, que celle d'Angleterre pour contenir des armées navales. Les iſles & caps qui s'y rencontrent les abrient parfaitement; telles ſont entr'autres les rades de Portland, Vaymout, Torbaye, Portſmouth & Plimouth, où l'on peut faire des armemens conſidérables, prêts à ſortir & entrer en tout tems, la mer y laiſſant après ſon reflux aſſez d'eau pour

Heureuſe diſpoſition des côtes d'Angleterre par rapport à la marine.

que les plus gros vaiſſeaux y reſtent à flot. Toutes les côtes ſont tellement diſpoſées, qu'on trouve preſque à chaque endroit des aſyles aſſurés, & des ports ſi heureuſement formés par la nature, qu'ils n'ont beſoin que de batteries & de quelques forts placés à propos pour les garantir de toute inquiétude. D'ailleurs ce royaume eſt favoriſé du cours d'un nombre de rivieres profondes, que de forts vaiſſeaux peuvent remonter de 7 à 8 lieues, comme ils font ſur la Tamiſe juſqu'à Londres; auſſi jamais nation n'a ſu mieux profiter de ces grands avantages & porter la puiſſance maritime à un plus haut point de ſplendeur.

Avantage des Provinces-Unies d'avoir de groſſes rivieres répondant à leurs ports principaux.

675. De même les Provinces-Unies ne doivent-elles pas en partie aux groſſes rivieres qui les traverſent, l'état floriſſant où le commerce les a élevées? Il eſt ſeulement fâcheux que leurs côtes ne comprennent guere que des rades foraines, peu propres à couvrir des armées navales; mais en récompenſe, aucun peuple n'a mieux ſu que les Hollandois ſuppléer par les ſecours de l'art, à ce que la nature n'avoit point accordé à leur pays. Que n'ont-ils point exécuté de grand & de hardi pour ſoumettre les eaux à multiplier leurs richeſſes?

L'Amérique comprend auſſi de très-beaux ports.

676. L'on voit auſſi de très-beaux ports en parcourant les rivages du nouveau monde; la baye de Porto-Bello ſur l'iſthme de Panama, celle de Carthagene, dans le royaume de Grenade, à l'entrée du golfe d'Arien, ſont des plus remarquables, & ne le cedent point en bonté aux meilleurs que nous avons décrit juſqu'ici. Les plus gros vaiſſeaux y ſont toujours à flot & à l'abri de tous les vents; leurs entrées ſont aiſées, bien défendues, ainſi que les rades, par des forts & des batteries qui ſe croiſent de tous côtés. Leurs villes ſont auſſi aſſez bien fortifiées, & ont de beaux ports où ſe chargent toutes les richeſſes que les galions apportent à l'Eſpagne.

Deſcription des bayes de Porto-Bello & de Carthagene.

Deſcription de la baye de Rio-Janeiro.

677. La baye de Rio-Janeiro appartenant au Portugal, n'eſt pas moins avantageuſe. Elle eſt, à la bien prendre, l'embouchure du fleuve de ce nom, qui ſe dégorge à la mer du Breſil entre deux pointes de rocher, diſtantes d'environ 800 toiſes, & qui va enſuite en s'élargiſſant ſur une lieue & demie devant la ville, & au-delà juſqu'à 3 lieues. Ce baſſin eſt des plus beaux qu'on puiſſe voir, ſain, net & tellement profond, que les armées navales, compoſées des plus gros vaiſſeaux de guerre, n'ont rien à craindre de la mer ni des vents; car quoique ce fleuve ſoit reſſerré par une ouverture auſſi étroite, il n'a aucun courant

dangereux. La ville ſituée à l'O. S. O. a un port formé à ſouhait, où il ſe trouve 6, 8 à 12 braſſes d'eau; il eſt couvert d'une petite iſle, ſur laquelle il y a un fort, dont les feux qui croiſent avec ceux de la place, joint aux autres batteries ſur le rivage & à l'entrée de la baye, ſemblent rendre l'accès de ce port impraticable à l'ennemi; cependant pourroit-on croire que M. *du Guay-Trouin* trouva le moyen d'y pénétrer & de s'en emparer, parce qu'apparemment il fut mal diſputé?

Autres bayes que l'on rencontre en ſuivant le même rivage vers le nord.

678. En continuant de ſuivre le rivage vers le nord, l'on y trouve auſſi de magnifiques bayes; le golfe du Mexique & ſes iſles en ſont remplies, telles que la Mobile, le lac de Pontchartrain, où coule la riviere du Miſſiſſipi; on en rencontre encore d'autres le long de la côte juſqu'au Port-Royal, dans la Caroline, la Virginie, la nouvelle Angleterre, où eſt Baſton, port aſſez beau, & la baye de Panaſola appartenant à la Grande-Bretagne.

Deſcription de la baye de Chedabouctou.

679. La côte d'Acadie en fournit également de très-avantageuſes. L'heureuſe ſituation de l'iſle Royale qui couvre l'entrée du fleuve S. Laurent, eſt digne de remarque, ainſi que les bayes de Chedabouctou & de la Heve.

La premiere, ſur la côte orientale d'Acadie, a ſon ouverture entre le cap Rouge & le Canceau; elle a du nord au ſud près de 3 lieues ſur la profondeur de 6, ſans pouvoir être battue que des vents d'oueſt, étant couverte de l'iſle Royale & du cap Carneau; l'une rejette les courans du nord au large, les renvoie circuler autour du banc de Terre-Neuve, & l'autre repouſſe le retour des marées, de ſorte qu'on y eſt très en ſûreté. On y mouille en différens endroits, principalement au nord, depuis 4 juſqu'à 9 braſſes; le port eſt placé ſur une petite peninſule abriée d'une langue de terre qui forme un baſſin, dans lequel il y a 5 à 8 braſſes d'eau, où aboutit un lac qui avance dans les terres. Un tel emplacement eſt ſans contredit des plus favorables à l'établiſſement d'un port magnifique.

Deſcription de la baye de la Heve.

680. La ſeconde eſt parfaitement couverte par les iſles Ronde & Marotte qui en forment l'entrée de 800 toiſes au S. S. E. Cette baye s'étend d'une lieue & un quart du ſud-eſt au nord-oueſt ſur une demie de large, ſe replie enſuite vers le nord, où elle ſe réduit à un quart de lieue. Cet endroit eſt des plus propres à l'établiſſement d'un bon port; il peut recevoir des navires de toutes eſpeces, s'y trouvant 5, 6 & 7 braſſes d'eau, & depuis 15 juſqu'à 25 dans la baye.

Description de la baye de Chibouctou, une des plus belles qu'il y ait pour former un port royal.

681. Celle de Chibouctou peut être citée comme une des plus propres à former un port royal; elle se trouve entre les précédentes vers le milieu de la côte où sont les caps Sincembre & Mouchoudaboy, à l'extrêmité desquels il y a de petites isles qui laissent une ouverture de près de deux lieues $\frac{1}{2}$, laquelle se retréciſſant, est réduite à 500 toises, & fait une espece de canal d'une lieue d'étendue, qui va aboutir dans un lac spacieux de figure elliptique, dont le grand diametre peut avoir trois lieues & le petit une. Le fond en est d'une bonne tenue & sain partout; il se trouve dans le centre 40 à 50 brasses d'eau, au pourtour 12, 13 & 14, ainsi que dans le canal, diviſé à son embouchure par deux isles capables de recevoir les forts & batteries nécessaires à la défense des passages, spécialement de celui de la droite, l'autre n'étant praticable qu'à de médiocres navires. L'établiſſement d'une colonie seroit en cet endroit d'un grand secours pour s'étendre dans le continent, en tirer les productions, & des arbres parfaitement bons à la fabrique des vaisseaux.

Remarque sur les isles Royales & de Terre-Neuve. Conclusion de ce chapitre.

682. Les isles royales & de Terre-Neuve renferment aussi des bayes fort intéressantes. Il semble que la nature ait pris plaisir de remplir ce côté de la mer d'une infinité d'endroits propres à y former des ports ou entrepôts les plus avantageux, pour se porter dans tout le territoire de la nouvelle France, & travailler à la découverte d'un pays considérable. Les asyles les plus remarquables, sont la baye de Sainte-Anne, ou Port-Dauphin & Louisbourg, ou le cap Breton, que je ne détaille point, de crainte d'en trop dire ou de n'en pas dire assez. D'ailleurs je ne finirois jamais, si je voulois faire mention de tous les endroits où l'on trouve de beaux emplacemens propres à la marine, tant de ceux que l'on a mis en valeur, que des autres qui en sont susceptibles. Il me suffit d'avoir donné une idée des principaux, afin d'appuyer sur des exemples les maximes qu'il ne faut point perdre de vue lorsqu'il s'agira de l'établiſſement d'un nouveau port, ou simplement de perfectionner ceux qui ne sont qu'ébauchés; ainsi le chapitre suivant achevera de donner les connoissances propres à se conduire avec succès dans des entrepriſes d'aussi grande importance.

CHAPITRE

PLAN DE L'ANCIEN PORT DE CARTHAGE EN AFRIQUE.

Golfe sur la Méditerranée

Ile Coton

Port des Galeres

Port Marchand

Byrsa

Bagrada Fl.

L'Etang

Isthme

La Goulette

Echelle pour Carthage.

TUNIS

PLAN DE L'ANCIEN PORT DE CARTHAGE LA NEUVE.

L'Etang

Port

Môle

Ille Scombraria

MER MÉDITERRANÉE.

Echelle pour Carthage

PLAN DE L'ANCIEN PORT D'ALEXANDRIE EN EGYPTE.

Lac Maréotis

Port Oriental

Port Occidental

Echelle pour Alexandrie.

MER MÉDITERRANÉE.

Cephise Fl.

Ilissus Fl.

VILLE HAUTE

ATHENES

PLAN DE L'ANCIEN PORT D'ATHENES *aujourd'hui* PETINES

Port de Pyrée

Pyrée

Port de Phalere

Ille Atalante

Port de Munich

Echelle pour Athenes.

MER EGÉE.

Hervouet Sculp.

Les Echelles cy dessus n'ont lieu que pour les Plans et aucunement pour l'élevation de leur enceinte.

N.° 1.

Hervet Sculp.

N.° 2.

Plan du Port d'Antibes en Provence.

Echelle du Plan d'Antibes.

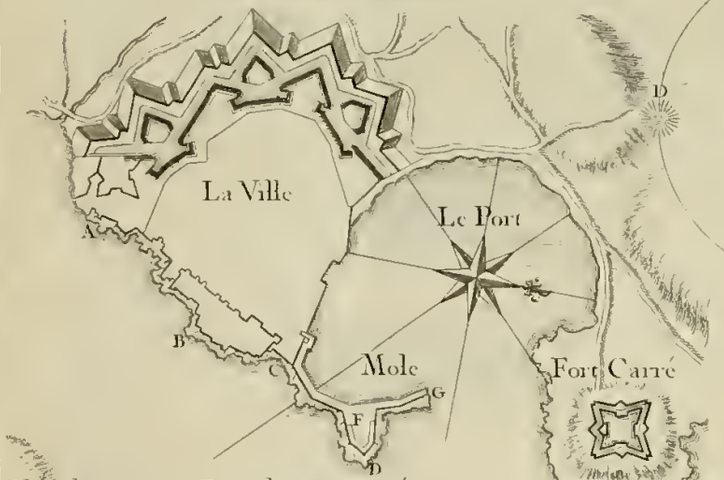
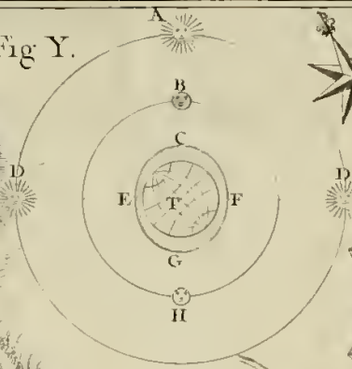
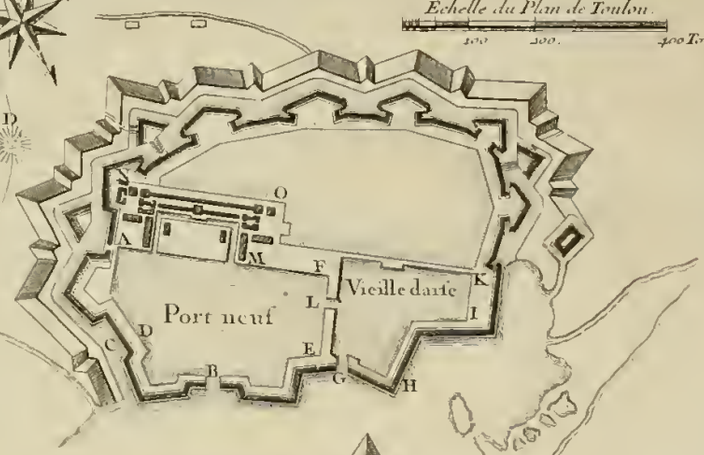


Fig Y.

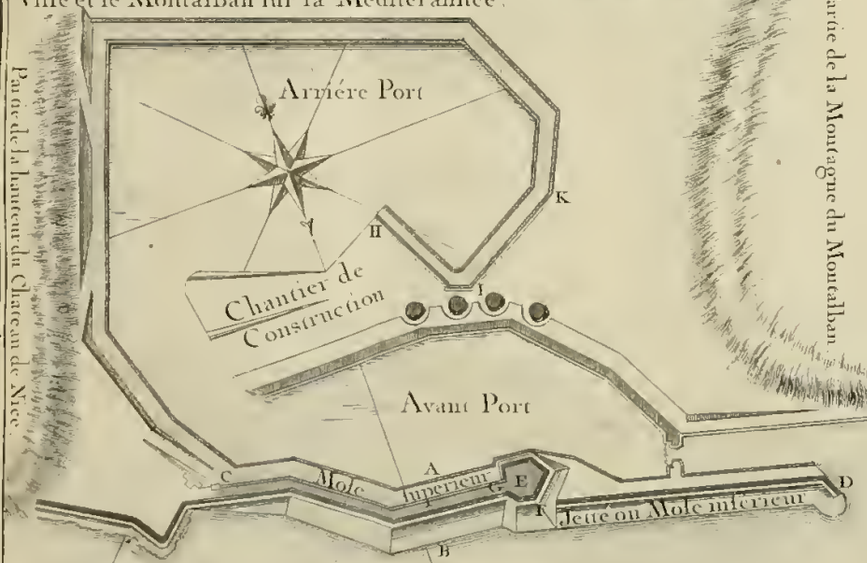


Plan du Port de Toulon sur la côte de Provence.

Echelle du Plan de Toulon.

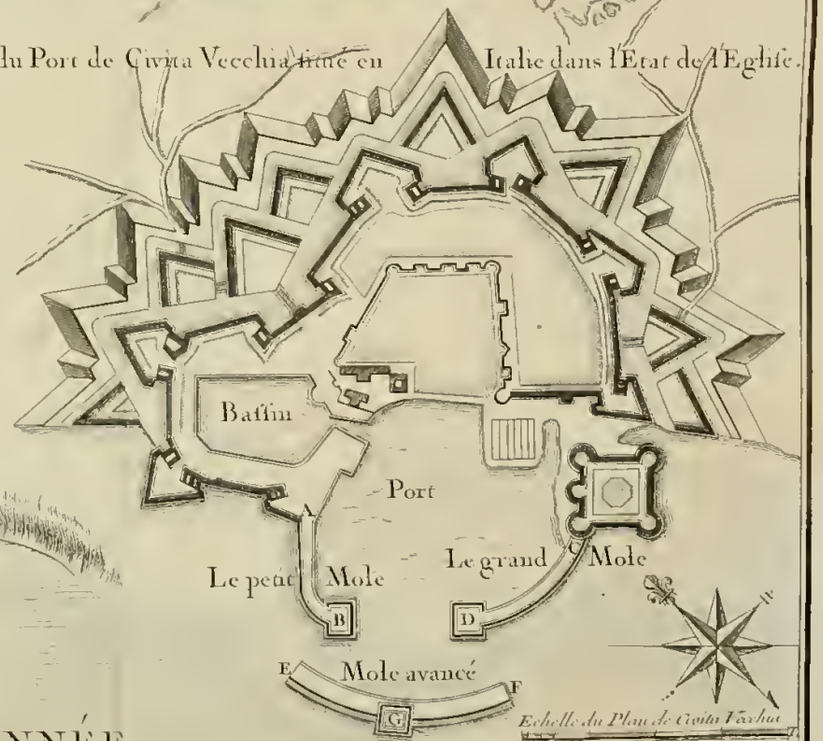


Plan du nouveau Port de Nice situé entre cette Ville et le Montalban sur la Méditerannée.



Echelle du Port de Nice

Plan du Port de Civita Vecchia situé en Italie dans l'Etat de l'Eglise.

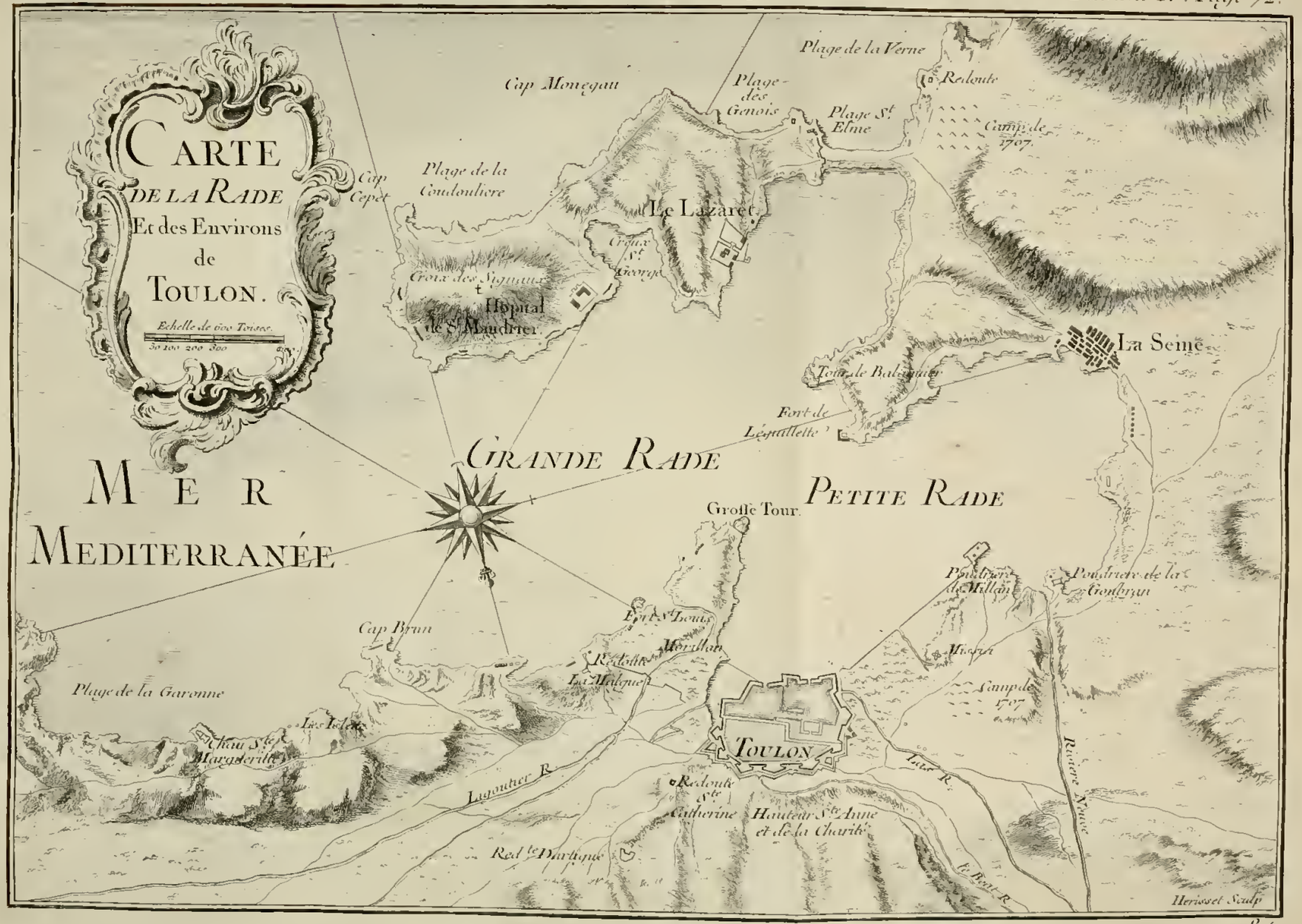


Echelle du Plan de Civita Vechia

MER MÉDITERRANNÉE

Herisset Sculp.

N.° 33.


CARTE
DE LA RADE
Et des Environs
de
TOULON.
Echelle de 600 Toises.
0 100 200 300
MER
MEDITERRANÉE
GRANDE RADE
PETITE RADE
Cap Monegau
Plage de la Verne
Redoute
Plage des Genois
Plage St. Elme
Camp de 1707.
Cap Cepet
Plage de la Coudoulière
Le Lazaret
Croix St. Georges
Croix des Signaux
Hopital de St. Mandrier
La Seine
Tour de Balaguier
Fort de Lestaillette
Grosse Tour
Poudriere de Millon
Poudriere de la Gonfrun
Cap Brun
Fort St. Louis
Morillon
Redoute
La Malgue
Plage de la Garonne
Isle Isler
Chau Ste. Margueritte
TOULON
Lagoubier R.
Redoute Ste. Catherine
Hauteur Ste. Anne et de la Charité
Red. le Dartique
Eygoutier R.
Riviere Neuve
Herisset Sculp.

N.° 4.

Projets pour l'etablissement d'un Port a la Hougue.

Bassin.

Bassin appartenant au second Projet.

St Vaast

Vieux Chateau

Grand Port relatif au premier Projet.

Isle Tatihou

Petit Port

La Hougue.

Le Dem Fort.

Maniquet.

La Manche.

Gavendel.

Echelle du Plan de la Hougue.

Projet pour la Rade de Cherbourg.

Avant-Port.

Rivage de Tour la Ville.

Isle Pelé.

Course des Marées

Echelle du Plan

La Manche.

Rocher du Homme.

Plan de Grand-Ville comprenant le projet du Port et du Bassin qu'on doit y former.

Grand Ville

Emplacement qui peut servir à l'agrandissement de la Ville.

Redoute du Roc.

Fauxbourg

Bassin.

Retenue.

Le Port.

Village de la Houle

Entrée de l'Ouest.

Entrée de l'Est.

Môle.

Village de Berelle.

Village de Hacqueville.

Echelle du Plan de Grand Ville

Herisset Sculp.

N°. 5.

CHAPITRE IV.

Des qualités propres aux ports de mer pour être ſenſés accomplis, d'où l'on déduit des maximes tendantes à perfectionner ceux qui n'ont pas le même avantage.

683. Il eſt très-rare de rencontrer des ports dont la ſituation & la figure comprennent tous les avantages qu'ils devroient avoir pour être parfaits; on ſe contente des plus eſſentiels, étant dans le cas de toutes les autres choſes dont le mérite conſiſte dans le moins de défauts. Comme pour bien juger de ces mêmes choſes il faut comparer leurs propriétés avec l'idée qu'on peut s'en former dans leur état de perfection, voici les qualités qui conviennent à un port royal pour être réputé accompli. Ne pouvant douter qu'elles ne dépendent de la ſituation de ce port, eu égard aux états voiſins & à pluſieurs autres conſidérations également intéreſſantes, nous parlerons d'abord des différentes poſitions qui peuvent lui convenir, relativement à la guerre & au commerce.

L'importance d'un port dépend eſſentiellement de ſa ſituation.

684. Il ne faut pas être grand politique pour ſentir toute l'importance d'un port royal ſitué ſur une côte à portée de celle d'une puiſſance à qui l'on fait ombrage, afin de pouvoir former des entrepriſes conformes aux circonſtances, favoriſer le retour des bâtimens de guerre ou de commerce qu'on attend de différens endroits, & qui ſeroient néceſſairement obligés de paſſer à la vue des parages de l'ennemi. En effet, que n'auroient-ils point à redouter s'ils étoient abandonnés à leurs propres forces, ſans eſpoir de protection; au lieu qu'un port fourni de toutes les choſes néceſſaires à l'équipement des flottes, & qui comprend en ſûreté beaucoup de vaiſſeaux tout prêts à armer, eſt en état d'en impoſer & de ſoutenir le commerce ſans qu'il ſouffre des troubles de la guerre, qui peut même lui devenir plus utile que préjudiciable. Tel étoit le port de Dunkerque avant ſa démolition (art. 43, 44, 45 & 46).

Avantage d'un port ſitué de maniere à pouvoir en impoſer à une puiſſance voiſine.

685. Il eſt auſſi très-avantageux d'avoir un port bien fortifié ſur une côte ennemie oppoſée à celle de ſon pays, tant pour le couvrir que pour ſervir d'aſyle aux navires en cas de tempêtes ou de vents contraires. Tel eſt en Barbarie le port de Marſalquivir près

Autre poſition également avantageuſe d'un port, lorſqu'il ſe trouve ſur la

côte d'une puiſſance ennemie.

d'Oran, par rapport à l'Eſpagne. Un port, quoique fort éloigné, peut n'être pas moins important s'il ſe trouve ſur la route des voyages de long cours pour ſervir d'entrepôt, raſſembler & radouber les eſcadres maltraitées ou diſperſées. Tel eſt, ſur la route des Indes occidentales, le Cap de Bonne-Eſpérance, appartenant aux Hollandois, & l'iſle de France pour les François.

Conſéquence d'un port ſitué ſur une côte fréquentée par le plus grand nombre des nations commerçantes.

686. Quand ſur une côte fréquentée il ſe trouve un port capable d'attirer les étrangers par la facilité de ſon entrée & de ſa ſortie, la fertilité de ſes environs & l'abondance de ſon commerce, comme eſt le port de Cadix près du détroit de Gibraltar, point de partage des mers du levant & du couchant, il eſt certain qu'une poſition auſſi favorable eſt une ſource de richeſſes pour un Etat, & que ce ſeroit ne pas connoître ſes vrais intérêts que de la négliger. De même quand on trouve à placer un port dans le voiſinage de quelques grandes villes fort peuplées, riches & affectionnées au commerce, comme le port qu'on pourroit faire à l'oueſt du Montjoui près de Barcelonne; quel avantage la province n'en doit-elle pas eſpérer, par conſéquent le prince qui en ordonnera l'exécution? Sur-tout ſi ce port étoit près de l'embouchure de quelques fortes rivieres, ou dans un grand golfe, comme eſt Veniſe, Carthagene des Indes, & d'autres également avantagées. Ces dernieres ſituations de port ſont très-importantes par la facilité d'étendre le commerce fort avant dans le pays, ſoit pour y répandre les marchandiſes qu'on y apporte, ou pour en tirer les denrées qu'il produit.

Avantage d'un port ſitué à l'embouchure d'un détroit. Exemple tiré des Dardanelles.

687. Lorſque l'on peut former un établiſſement ſur un des bords de quelques détroits dont la gorge eſt aiſée à occuper, ſous les feux croiſés des forts bâtis ſur les deux rivages oppoſés qu'on ſuppoſe à cet endroit peu diſtans l'un de l'autre, il n'y a point à douter qu'un port répondant à un des deux ne ſoit d'une extrême importance, afin d'obliger les vaiſſeaux étrangers d'y entrer, ſoit pour les contraindre au droit de péage, comme ſur le détroit du Sund dans la mer Baltique, ou pour exiger d'eux le commerce des denrées ou marchandiſes dont on manque, en échange de celles dont on abonde; telle eſt la ſituation admirable du port de Conſtantinople ſous la protection des forts des Dardanelles, l'un appellé le château neuf d'Aſie, ou de Natolie; l'autre le château neuf d'Europe, ou de Romélie, bâtis par Mahomet IV en 1658, après avoir reconnu que les deux anciens forts qui ſont plus avant n'étoient pas ſuffiſans pour défendre l'entrée de la mer de Marmara par ce

fameux détroit, connu auſſi ſous le nom de l'Helleſpont, ſi célebre par les événemens mémorables qui s'y ſont paſſés, tant de la part des anciens que des modernes.

La bonté d'un port dépend de l'heureux concours de l'air, de l'eau, & de la terre. Remarque par rapport aux vents ou à l'air.

688. La bonté d'un port dépend de trois choſes qui lui ſont contiguës, l'air, l'eau, & la terre, eu égard à l'eſpece des vents auxquels il eſt expoſé, à la quantité des eaux qui avoiſinent & rempliſſent ſon baſſin, à la qualité de ſon fond & à la figure de la côte qui l'entoure par dehors & en dedans : d'où il réſulte que les conditions ou circonſtances qui ſont un bon port ſont les ſuivantes :

Que ſon entrée ſoit tellement diſpoſée que les navires puiſſent y entrer & en ſortir aiſément avec les $\frac{3}{4}$ s'il ſe peut des 32 rumbs de vent (art. 627) parce que les ports qui n'ont qu'un vent pour l'entrée, & un autre pour la ſortie, ſont ſujets à trois grands inconvéniens; le premier, qu'une flotte maltraitée par le mauvais tems, ou pourſuivie d'un ennemi ſupérieur, paſſera ſouvent à la hauteur d'un pareil port ſans pouvoir en profiter. Le ſecond, qu'une flotte, quoique ſupérieure à une autre des ennemis, reſtera inutile dans ce port comme dans une priſon, auſſi long-tems que le vent propre pour en ſortir ne ſoufflera pas, tandis que l'autre flotte courra impunément le long de la côte, ou reſtera tranquille dans quelques rades voiſines, comme cela eſt arrivé en 1740 ſur celle de Galice. Plus de 60 bâtimens marchands, eſcortés ſeulement de 3 frégates angloiſes, ſe mirent dans le port de Camarinas à attendre tranquillement que le vent d'oueſt qui les empêchoit de doubler le cap de Finiſterre ceſſât, pendant que 12 vaiſſeaux de guerre appartenant à l'Eſpagne ſe virent obligés de reſter immobiles dans le port de Ferrol, faute du vent de nord-eſt qui pouvoit ſeul les faire ſortir. Le troiſieme, que tous les vaiſſeaux marchands, loin de fréquenter un pareil port, l'évitent autant qu'ils peuvent, de crainte de n'en pouvoir ſortir quand il leur conviendra, & qu'en conſéquence ils ne ſoient expoſés de perdre, avec les frais du retardement, le tems & le fruit de leur navigation, faute d'arriver dans les ſaiſons convenables au lieu de leur deſtination.

Quels ſont les avantages qui dépendent de l'eau & de la terre.

689. La ſeconde qualité d'un bon port eſt d'avoir toujours autant de profondeur d'eau qu'en peuvent tirer les plus forts vaiſſeaux, afin d'y entrer à toute heure ſans péril lors des tempêtes (art. 559, 662), mais ſur toutes choſes qu'il n'y ait point de courans qui en rendent l'accès dangereux, (art. 636).

Les autres qualités eſſentielles ſont, que la côte ſoit tellement

diſpoſée à ſon entrée & en dedans, qu'elle le garantiſſe de la violence des vents, ſur-tout du traverſier, & de l'agitation des vagues de la haute mer, enſorte qu'on n'y ſoit jamais inquiété d'un gros tems; qu'il ſoit aſſez vaſte pour contenir à l'aiſe un grand nombre de vaiſſeaux, ſans qu'ils ſe nuiſent ni s'embarraſſent (art. 627 & 631); qu'il ſoit exempt de bancs de ſable, rochers ou écueils; au ſurplus, que ſes environs ſoient en état de fournir les choſes néceſſaires à la conſtruction des vaiſſeaux, à leurs agrès, équipement & ſubſiſtance (art. 614 & 681).

Obſervation ſur la conduite des anciens dans le choix des endroits propres à l'établiſſement des ports, & ſur le ſoin qu'ils prenoient de les perfectionner.

690. On a dû remarquer dans le ſecond chapitre, combien les anciens étoient attentifs à profiter des lieux propres à former des retraites aux navires; le ſoin qu'ils prenoient pour les garantir des vents impétueux & des courans qui pouvoient leur être nuiſibles, en conſtruiſant des moles pour couvrir leurs ports (art. 614, 618, 621, 631, 632 & 639). On ne peut trop admirer le zele qui les animoit; lorſqu'il s'agiſſoit du bien général, rien n'étoit épargné pour aſſurer la ſolidité de leurs travaux & en accélérer l'exécution; chacun mettoit la main à l'œuvre & vouloit y entrer pour quelque choſe, ce qui faiſoit qu'en peu d'années l'on voyoit ſortir du fond des eaux des monumens prodigieux, perſuadés qu'ils étoient que le commerce pouvoit ſeul leur procurer l'abondance, & les mettre en état de ſe faire reſpecter de leurs voiſins. Depuis lors, le haſard paroît avoir eu plus de part à former pluſieurs des ports qui ſont actuellement d'uſage, que l'heureux choix qu'on auroit pu faire pour de grands établiſſemens. D'abord quelques familles ſe ſont fixées ſur un rivage dans un lieu commode à y faire la pêche, ſe ſont enſuite multipliées, & ont bâti une ville, dont les habitans ont fait un commerce qui s'eſt accrû par une liaiſon réciproque avec les peuples voiſins. La néceſſité de ſe ſoutenir contre leurs ennemis, les a obligés d'avoir de petites flottes, que les ſouverains ont enſuite rendues plus conſidérables; de maniere que ſans bien rechercher ſi quelques-uns de ces endroits avoient toutes les qualités convenables à la marine, on s'en eſt ſervi ſans qu'on ait pu parvenir pendant pluſieurs ſiecles à les y rendre propres, malgré les dépenſes qu'on y a faites, tandis que ſur la même côte, ſouvent à peu de diſtance de-là, il ſe trouvoit des emplacemens merveilleux qui ſont reſtés négligés, faute d'avoir été choiſis par gens qui euſſent des intentions relatives au bien de l'Etat: au lieu qu'on ne peut refuſer aux anciens le

mérite de n'avoir agi qu'en conséquence d'une fin aussi noble.

691. C'est vainement qu'on voudra s'opiniâtrer à lutter avec la mer dans les endroits que la nature n'a point favorisé des parties essentielles à un bon port; quelques dépenses qu'on y fasse, on peut bien modifier pendant quelque tems certains défauts, mais ils deviennent après cela plus grands que jamais. Le meilleur parti, quand ils sont aussi ingrats, seroit de les abandonner, pour n'employer les fonds de l'Etat que dans d'autres plus favorables à remplir un grand objet, sans trop se laisser toucher par des considérations particulieres, toujours nuisibles au bien général. N'est-il pas souvent arrivé que de légers motifs l'ont emporté sur les raisons les plus spécieuses, sans envisager les suites préjudiciables qui en pouvoient résulter? Heureusement il y a en France des directeurs des fortifications, tant des places maritimes que de celles de terre, qui ne se laissent point séduire par des vues communes, en ayant de trop élevées pour ne pas apprécier les choses à leur juste valeur. Si une administration aussi éclairée avoit eu lieu dans les siecles précédens, il n'y a point de doute que plusieurs ports au-dessous du médiocre n'eussent point coûté des sommes immenses en pure perte.

On ne parvient à bonifier un port qu'autant que la nature l'a favorisé dans les parties essentielles. Réflexions sur l'importance de faire un bon usage des fonds de l'Etat destinés aux ports de mer.

692. Nous avons fait sentir (art. 663) qu'il y en avoit peu sur l'Océan, le long des côtes du continent de l'Europe, où il restât assez d'eau dans le tems de la basse mer pour qu'alors les bâtimens pussent y demeurer à flot, ce qui est fort désavantageux à ceux qui ne peuvent soutenir l'échouage. Voulant remédier à cet inconvénient, on y a pratiqué un bassin avec une écluse pour retenir les eaux, ainsi que les navires qui y sont entrés à marée haute (art. 61). Rien de mieux imaginé pour les maintenir à flot dans le tems même que le port est à sec. Mais comme le long des mêmes côtes la différence de la haute à la basse mer au tems des syzigies n'est guere que de 15 à 18 pieds, & seulement de 11 à 12 dans les quadratures, ces bassins ne sont propres que pour les frégates de 40 à 50 canons, & point du tout aux gros vaisseaux, à qui il faut 24 à 25 pieds d'eau, à moins que l'on ne parvienne à creuser un chenal entre deux jettées à l'aide des écluses de chasse & des eaux d'un canal ou d'une riviere tenant lieu de réservoir (art. 62, 63, 64, 65 & 66); cependant comme cette manœuvre demande un nombre d'années avant que le chenal soit parvenu à la profondeur

Défaut des ports de l'Océan, qui n'ont que peu ou point d'eau à marée basse. Nécessité d'y avoir des bassins pour y tenir toujours les vaisseaux à flot.

convenable, & que ce ſeroit une entrepriſe d'une dépenſe énorme que de vouloir creuſer un baſſin aſſez vaſte pour contenir une armée navale, un port n'eſt pas moins eſtimable lorſqu'il a une bonne rade qui ſupplée à la grandeur de ſon baſſin, parce qu'alors ils peuvent ne ſe rendre dans ce dernier qu'à meſure qu'ils ont beſoin d'être radoubés. Ainſi quoique le plus ſouvent ces deux objets ſoient différens, nous les confondrons dans la ſuite de nos maximes, puiſque de la bonté de la rade s'enſuit néceſſairement celle du port.

Maxime ſur la poſition des baſſins, eu égard à l'entrée du port.

693. Lorſque les marées portent directement dans l'ouverture d'un port, on ne doit point placer l'entrée du baſſin ſelon cette même direction, parce que leur rapidité occaſionneroit de grands déſordres; c'eſt pourquoi il faut que ces baſſins ſoient placés de côté, & les creuſer auſſi avant que l'on pourra, afin d'aſſeoir la ſurface du radier relativement à la profondeur que le chenal pourra acquérir par le jeu des écluſes (art. 229.)

Inconvénient des ports ou rades qui ont un trop grand flux.

694. Si le manque d'eau eſt un défaut pour une rade, le trop grand fond n'eſt pas moins préjudiciable, parce que pour lors l'ancre tient mal quand la levée eſt conſidérable. Ce n'eſt donc pas la grande quantité d'eau qui monte dans une rade qui la rend meilleure, il ſuffit de 5 ou 6 braſſes à marée baſſe. Le point eſſentiel eſt que le fond ſoit de bonne tenue, c'eſt-à-dire, ferme, compoſé d'argile, de ſable, & de vaſe ſolide, de ſorte que l'ancre ne puiſſe chaſſer dans les tempêtes. Le *goemon* & le *varech* ſont de mauvais préſage, en ce que les rochers leur donnent ordinairement naiſſance; alors ſi quelques pieds de ſable ne les couvrent, le mouillage n'eſt pas ſûr; il l'eſt davantage dans la plupart des bayes de la Méditerranée, où le fond, quoique vaſeux, eſt affermi par d'autres eſpeces d'herbes qui y croiſſent.

Quelles doivent être les qualités principales d'une bonne rade, eu égard à ſon entrée.

695. Pour s'aſſurer d'une rade, il faut la ſonder dans toute ſon étendue, & en bien examiner les défauts, afin de juger de ceux auxquels on pourra remédier, ſans ſe laiſſer effrayer par quelques rochers qui peuvent devenir très-avantageux ſelon les circonſtances, ſi l'on peut y élever deſſus des forts & des batteries propres à la défenſe, ou bien y placer des baliſes. Son entrée doit avoir une certaine largeur, ſur-tout dans les endroits où le flux eſt conſidérable, & 12 à 15 braſſes de profondeur au plus, avec un bon fond, afin d'y mouiller quand les vents manquent, & d'y touer en cas de calme. Il ne faut pas non plus que l'entrée d'une rade ſoit trop large, de crainte qu'un ennemi favoriſé du vent ne

la franchiſſe, malgré les forts & les batteries qui ſeroient ſur les rivages oppoſés (art. 677); principalement ſi cette rade avoit le défaut d'être extrêmement vaſte, & qu'il pût y venir mouiller hors de la portée du canon placé ſur le pourtour; ce qui n'eſt point à appréhender dans celle de Toulon, que nous avons rapportée pour exemple (*pl. IV*), & que nous invitons d'examiner relativement aux maximes précédentes.

Remarque ſur les courans qui ſe portent vers l'entrée d'une rade.

696. Lorſque le courant des marées ſe porte naturellement dans le milieu d'une rade, il en facilite beaucoup l'entrée, au lieu qu'on a bien de la peine à ſurmonter ceux qui viennent de côté (art. 639 & 650). Il n'y a preſque point de rade qui n'ait quelques défauts, ſouvent difficiles à corriger; c'eſt à l'habileté d'un ingénieur d'y remédier, en étudiant les mouvemens de la mer dans l'endroit critique. Quelques digues placées à propos, peuvent faciliter une entrée qu'on avoit regardée comme impraticable; mais il faut bien prendre garde qu'en voulant éviter un inconvénient, l'on n'en faſſe naître un autre encore plus grand; ſi ce que l'on médite ne donnera point lieu à un remoux dangereux, ou s'il n'empêchera pas le débouché des ſables apportés par la mer, afin de ſe conduire en conſéquence.

Avantage des rades qui vont en pente depuis le fond juſqu'à leur entrée, & qui ſont accompagnées d'éminences qu'on apperçoit de loin à la mer.

697. Une rade qui a une pente douce, en partant du fond juſqu'à ſon entrée (art. 648), jouit d'un grand avantage, parce que les vaiſſeaux ne ſont point ſujets à dégrader d'un vent de terre.

Il ne ſuffit pas qu'une rade ait aſſez d'étendue pour que les navires puiſſent y louvoyer & ſe placer commodément, il faut encore qu'elle ſoit entourée d'un terrein élevé, pour n'être pas incommodée des vents du large, ni des autres venant de terre (art. 621, 659 & 662). Il ſeroit à ſouhaiter encore qu'aux environs d'une bonne rade, il ſe rencontrât des éminences que l'on reconnût de fort loin pendant le jour (art. 654), & où il y eût un fanal pendant la nuit; que pour comble d'avantage, il y eût auſſi quelques ſources ou ruiſſeaux d'eau douce pour la commodité des vaiſſeaux qui relâchent dans le cours d'une campagne.

On peut, à l'imitation des anciens, abrier les rades qui ne le ſont qu'en partie.

698. Lorſque l'on a un port tout formé, répondant à une ville également propre pour le commerce & pour les avantages qu'on en peut tirer en tems de guerre, où cependant les gros vaiſſeaux n'ont point aſſez d'eau à marée baſſe pour s'y refugier, ni de rades dans ſon voiſinage abriées comme on le ſou-

haiteroit, mais ſeulement en partie, & que d'ailleurs elle a les autres qualités que nous venons d'exiger, il faut alors ſuppléer par l'art à ce que la nature lui a refuſé, embraſſer par des digues un eſpace de mer, en profitant des iſles & des rochers dont on peut ſe prévaloir pour mettre des flottes à couvert du gros tems & des inquiétudes que l'ennemi pourroit leur cauſer (art. 667); alors ſe trouvant à portée d'un bon port abondant en toutes choſes, ils en tireront les ſecours néceſſaires. Les exemples que nous avons rapporté de ce qui a été exécuté de la part des anciens & des modernes, ſont plus que ſuffiſans pour fournir des regles propres à ſe conduire en pareilles circonſtances. Mais avant que d'entamer de ſemblables projets, il faut bien examiner la diſpoſition des lieux, ſur-tout des courans, de crainte qu'après l'exécution il ne s'y forme des encombremens cauſés par des rapports continuels de ſable, de vaſe, ou de galet, qui pourroient rendre inutiles les dépenſes qu'on y fera. Comme il eſt rare de rencontrer des rades parfaites, le plus grand ſervice que puiſſe rendre à l'Etat un homme chargé des travaux maritimes, eſt de rechercher les moyens les plus ſûrs & les moins diſpendieux d'améliorer celles dont on eſt obligé de ſe ſervir.

Je ne dis rien des rades de relâche où les vaiſſeaux ne reſtent que juſqu'à ce que les vents deviennent propres à faire route, & où des eſcadres peuvent mouiller, comme à l'Iſle-Dieu, parce qu'on a moins d'intérêt de les améliorer que celles qui répondent à des ports, & que ce que nous avons expoſé de ces dernieres leur eſt également appliquable.

Préjudice que peuvent cauſer aux ports de la Méditerranée les petites rivieres qui s'y déchargent. Avantage qu'on en tire ſur l'Océan. Différence de ces deux mers, eu égard à la facilité d'y élever des travaux.

699. Il eſt eſſentiel d'éluder dans la Méditerranée les petites rivieres qui viendroient ſe décharger dans un port ou une rade qu'on auroit choiſi, parce qu'elle ſe combleroit inſenſiblement par le ſable ou la vaſe qu'elles charient. Si cette conſidération ne devoit pas l'emporter ſur les raiſons qu'on auroit de préférer cette poſition à une autre, il faudroit détourner ces rivieres, & porter leur embouchure ailleurs le plus loin qu'il eſt poſſible, comme M. le maréchal *de Vauban* l'a fait exécuter au port de Toulon, à l'égard de celles du Las & du Ligoutier, dont les embouchures ont été portées à droite & à gauche de ſon entrée; au contraire on doit regarder, ſur les côtes de l'Océan, comme un grand bien les petites rivieres qui viennent ſe décharger dans un port, parce qu'en conſtruiſant des écluſes à leur embouchure, on s'en ſert fort utilement pour curer & approfondir les mêmes

ports

ports, ſans ſe mettre en peine de ce que les rivieres peuvent avoir de limonneux, qui n'entre point en comparaiſon avec les matieres qu'elles portent au large; & en cela ces ports ont un avantage ſur ceux de la Méditerranée, parce que la mer ſe retirant des premiers deux fois en 24 heures, on peut y bâtir avec moins de frais toutes ſortes d'ouvrages, principalement des formes pour le radoub des vaiſſeaux, qui ne peuvent guere avoir lieu dans les ſeconds, par la difficulté non-ſeulement de conſtruire ces formes, mais de les maintenir à ſec pour y manœuvrer, à moins qu'on ne s'y prenne comme nous le dirons dans le chapitre XII.

700. Lorſqu'un port royal ſe trouve dans une ſituation qui le rend ſuſceptible de commerce, il convient de procurer aux marchands un endroit ſéparé, pour que la marine n'en ſoit point incommodée; par-là on préviendra les difficultés qui peuvent naître entre les uns & les autres. On a dû remarquer (art. 618 & 626) que les anciens ont eu cette attention, tant pour y maintenir la police, que pour des raiſons de politique. Ils ſéparoient par de hautes murailles le port des négocians d'avec celui des armemens de guerre, pour que nul ne fût inſtruit de ce qui ſe paſſoit dans ce dernier qui étoit bien fermé, ſans rien avoir de commun avec tout le reſte. Sage précaution qui dérobe à un ennemi les deſſeins qu'on peut avoir, & lui ôte tout moyen de mettre ſecretement le feu à quelques vaiſſeaux pour le communiquer aux autres.

Lorſqu'un port royal ſe trouve également propre au commerce, il convient de ſéparer le département de la marine d'avec ce qui a rapport aux intérêts des négocians.

701. Une attention importante en voulant établir un port, eſt de bien prendre garde s'il ne s'y engendre point de vers qui rongent le fond des vaiſſeaux, les mâts & les autres bois de conſtruction qu'on ſera obligé de dépoſer dans des baſſins particuliers. Ces vers ſont fort rares dans les ports de France ſur l'Océan; mais il n'en eſt pas de même dans quelques-uns de la Méditerranée. La plupart ſont apportés des Indes & des iſles de l'Amérique. Ils ſont un peu plus gros que ceux qui donnent la ſoie, ont le corps tendre & luiſant, la tête ronde & noire, extrêmement dure, armée d'un bec en forme de tariere qu'ils tournent à leur gré; ils percent le bordage & les autres bois, de maniere à rendre le vaiſſeau hors de ſervice.

Inconvénient de certains ports où il ſe rencontre des vers préjudiciables à la conſervation des vaiſſeaux.

702. Pour prévenir cet inconvénient, on garnit en Europe les deſſous du navire avec un enduit compoſé de poix & de pouſſiere de verre qu'on recouvre d'un gros papier gris; enſuite d'un bordage bien calfaté & brayé, ſur lequel on attache des

Moyen de ſe garantir du dommage que cauſent les mêmes vers.

clous à courtes pointes & à têtes larges, ſerrés près à près. Aux Indes ils garantiſſent leurs vaiſſeaux des vers, en mettant de la gargale entre le franc-bord & le doublage; cette gargale eſt compoſée de chaux vive mêlée avec de l'étoupe hachée, le tout broyé avec de l'huile de coco, ſemblable à celle de noix; alors les vers peuvent bien piquer le doublage, mais ne paſſent pas outre. Avec cet expédient, on conſerve les vaiſſeaux de Surate plus de cent ans.

Maxime ſur les fortifications propres à défendre l'entrée d'un port.

703. Il eſt aſſez inutile de dire que l'entrée d'un port doit être protégée par des ouvrages de fortification heureuſement ſitués; on y bâtit ordinairement une citadelle, par l'avantage qu'elle a d'en impoſer en même tems aux avenues du port & à l'intérieur de la ville en cas de ſédition. Tel étoit l'objet de la citadelle de Dunkerque, & de toutes les autres ſemblablement placées (656). Comme il n'y a que la diſpoſition des lieux qui puiſſe faire naître des idées ſur la forme des pieces qui pourront convenir le mieux pour la défenſe d'un port & d'une rade, je n'entreprends point de détailler une partie auſſi délicate; il ſuffit de dire en général, que l'entrée d'un port doit être impénétrable à l'ennemi, aſſez étroite pour pouvoir être fermée aiſément avec des chaînes, & ſi bien flanquée par les défenſes des rivages oppoſés, qu'on puiſſe être aſſuré que jamais elle ne ſera forcée. Au ſurplus, il faut que les vaiſſeaux & les édifices propres à la marine ne puiſſent être ni bombardés, ni canonés du côté de la mer, & qu'il n'y ait point au devant, ni à portée de l'embouchure du port, aucune rade ou mouillage, ſans être bien défendue.

Je paſſe ſous ſilence tout ce qui a rapport à la défenſe du côté de terre, auſſi-bien que celle de la côte pour s'oppoſer aux deſcentes. Cette partie eſt trop vaſte & n'eſt point de mon ſujet. Mais je n'ai pu me diſpenſer de dire un mot de ce qui regarde la défenſe du côté de la mer; ce troiſieme livre ayant pour principal objet les différentes méthodes auxquelles on doit avoir recours pour bâtir tous les ouvrages qui peuvent avoir lieu, ſoit pour bonifier un port, ſoit pour en défendre l'accès & le garantir du bombardement, comme on en jugera par les exemples que comprennent les chapitres ſuivans.

Néceſſité d'étudier les places maritimes pour acquérir les con-

704. Il y auroit encore une infinité de choſes à dire ſur la meilleure forme des ports de mer, ſelon leur ſituation, eu égard à la configuration du rivage, de la côte & des iſles voiſines, s'il s'en rencontre; mais qu'on ne peut bien rendre qu'après avoir exa-

miné dans le plus grand détail l'endroit où l'on veut travailler, pour y obſerver les divers cours des marées & les airs de vent avantageux ou contraires. Connoiſſances qu'on n'acquiert qu'après une étude ſuivie des places maritimes en général, n'y en ayant point qui ne préſente des ſujets d'inſtruction. Faute d'une pareille étude, il paroît qu'on s'eſt conduit en bien des endroits avec peu de principes ; ce qui eſt cauſe qu'on ne rencontre guere de ports où l'on ne remarque des défauts dans la diſpoſition des ouvrages qu'on y a fait; quoique ceux qui en ont eu la conduite n'ayent pas manqué d'habileté; mais il eſt bien difficile de tout prévoir. Les changemens qui arrivent à l'action de la mer, font ſouvent que ce qui avoit été jugé bon d'abord, devient nuiſible dans la ſuite ; c'eſt pourquoi il faut conſidérer non-ſeulement l'effet que produira ſur le champ l'exécution du projet qu'on médite, mais plus encore les ſuites qui en pourront réſulter dans les tems même qui paroiſſent les plus éloignés. Il eſt des cas où tous les efforts humains ne peuvent parvenir à détourner l'action des loix de la nature ; le ſeul parti qu'il reſte à prendre, eſt de chercher d'autres voies, par leſquelles on puiſſe, ſans lui faire trop de violence, l'aſſujettir à nos beſoins.

noiſſances propres à perfectionner les ports.

705. Combien de bons ports ſe ſont comblés, ſans parler de ceux de nos jours qui ſont en danger d'avoir le même ſort, par le rapport des ſables & de la vaſe que la mer ou les rivieres y ont charié, faute d'avoir travaillé à les entretenir en bon état par le jeu des écluſes ou des machines. Le bel emplacement d'une baye ou d'une anſe engage à y conſtruire ce qui convient à la ſûreté & à la commodité de la marine; on y éleve à grands frais des jettées & des moles pour la mettre à couvert d'un vent traverſier ou du roulis des vagues, & il arrive qu'inſenſiblement le port s'encombre, quoiqu'on ne l'en eût pas cru d'abord ſuſceptible. La mer trouvant un ſéjour plus tranquille que par le paſſé, y diſpoſe les parties étrangeres qu'elle remportoit avec elle avant qu'on eût rompu par des digues la violence de ſon mouvement. Or, comme il peut ſe rencontrer des endroits de la côte, & même certain fond terreux vers le large, d'où il ſe détache des matieres qui ſe confondent avec les eaux dans les tempêtes, il eſt eſſentiel de remarquer ce qu'il conviendra de faire pour empêcher que le flot ne les apporte dans le port, ou qu'il ne forme à la longue vers ſon entrée une barre qui pourroit lui devenir nuiſible.

Cauſe la plus ordinaire de l'encombrement des ports.

Préjudice que peut causer à un port l'embouchure des rivieres qui n'en sont pas éloignées. Exemple tiré des effets du Rhône sur le port de Bouc.

706. Il n'eſt pas moins intéreſſant de bien examiner l'effet que produira un fleuve qui ſe dégorgeroit dans le voiſinage d'une baye qu'on voudroit choiſir pour l'établiſſement d'un port ; celui de Bouc ſur la côte de Provence, entre Marſeille & l'embouchure du Rhône, nous en fournit un exemple trop inſtructif pour ne pas le rapporter.

Evénement ſingulier d'une irruption du Rhône.

707. Il y avoit autrefois ſur la rive orientale du Rhône, à environ une lieue & demie de ſon embouchure, un terrein plus bas que le reſte, où la mer venoit ſe rendre quand elle étoit agitée, y formoit pluſieurs petits étangs, qui n'étoient en certains endroits ſéparés du fleuve que par une liſiere de terre qui lui ſervoit de berge. Lorſqu'en été ces étangs ſe trouvoient à ſec, le ſel qui s'y étoit dépoſé occaſionnoit un grand fauſaunage ; voulant l'empêcher, on coupa la berge pour laiſſer paſſer, à l'aide d'une écluſe fermée par une vanne, les eaux du Rhône dans ces étangs, & noyer les ſels. Cette écluſe, qui ne devoit être ouverte qu'au beſoin, n'ayant pas été fermée, par négligence, une nuit de l'année 1711, que le Rhône reçut une crûe ſubite, il y paſſa avec tant de rapidité, qu'il en emporta les bajoyers, & ſe fraya un paſſage qui alla toujours en s'élargiſſant, à cauſe de la facilité que la pente du terrein donnoit aux eaux de s'écouler par un chemin plus court & bien moins gênant que n'étoient les ſinuoſités de l'embouchure du Rhône appellée *Bras-de-fer*.

Les Commiſſaires nommés pour examiner ce qu'il convenoit de faire dans ces circonſtances, voyant que le Rhône ſe formoit naturellement une nouvelle embouchure, crurent qu'il réſulteroit un bien à la navigation, ſi l'on reſſerroit ce nouveau lit, afin de donner de la force à ſon cours, & de l'obliger de ſe creuſer lui-même un canal plus profond que n'étoit l'ancien. Mais ils ne firent point attention que les ſables tirés du fond étant repouſſés par la mer, ne manqueroient pas, comme cela eſt arrivé, de cauſer des attériſſemens qui rendroient dans la ſuite cette embouchure au moins auſſi défectueuſe que l'autre, & beaucoup plus préjudiciable au reſte de la côte qui aboutit à Marſeille, principalement au port du Bouc. On ne fit point ces réflexions, toutes naturelles qu'elles étoient, & l'on ne ſongea qu'à renfermer les eaux du canal de Lône dans de juſtes bornes ; c'eſt à quoi l'on s'appliqua dans le cours des années ſuivantes.

Suites fâcheuſes de la nouvelle em-

708. Avant l'irruption du Rhône, ſon embouchure étoit orientée vers le ſud, ſes dépôts ſe prolongeoient ſucceſſive-

ment au large, & ne cauſoient aucun dommage au port de Bouc, qui ne s'en eſt reſſenti que depuis qu'il a été queſtion du canal de Lône; le dégorgement des eaux s'étant trouvé rapproché d'une lieue & demie de ce port, a fait prendre inſenſiblement aux nouveaux dépôts leur alignement vers le cap Couronne, ſitué à l'E. S. E. du même port: ſur quoi il eſt à obſerver que tous les airs de vent du ſud à l'oueſt, qui produiſent les plus fortes vagues de la Méditerranée, pouſſent ſur la côte ce que le Rhône charie, ſans que ceux qui viennent de la même côte & qui n'enflent pas la mer, puiſſent produire un effet contraire; d'où l'on peut conclure qu'il ſe formera une barre qui maſquera dans la ſuite l'entrée du port de Bouc; ceci eſt moins une conjecture qu'un fait inconteſtable, cette barre étant déja fort avancée.

bouchure du Rhône.

709. Les matieres qu'entraîne le Rhône ſont de deux eſpeces, comme il arrive dans tous les autres fleuves: les plus peſanſes ſe précipitant les premieres au fond de la mer, forment les dépôts du canal de Lône & la barre précédente. Les autres, plus légeres, ſont emportées au loin. Alors les vents chaſſent une partie de ces eaux bourbeuſes dans le port de Bouc, où elles dépoſent la vaſe dont elles ſont chargées, & élevent le fond peu à peu par une ſucceſſion de couches.

Preuve que le canal de Lône eſt la principale cauſe de l'encombrement du port de Bouc.

En 1700, ce port contenoit 36 galeres fort à l'aiſe, au lieu qu'à préſent on pourroit à peine en placer quatre en ſûreté; cependant on ne peut diſconvenir de ſon importance, & qu'il ne ſoit le ſeul de relâche aux batimens déroutés par la tempête, qui ſe trouvent alors expoſés à un péril inévitable dans le golfe de Lyon, généralement reconnu pour être très-dangereux; rien n'intéreſſe tant le bien de l'état, ſous quelques faces qu'on l'enviſage, que de rétablir ce port & de veiller à ſon entretien; au lieu que ſi on laiſſe les choſes dans l'état préſent, il n'y a point de doute qu'avant la fin du ſiecle il ne ſoit entierement comblé.

710. Les moyens de faire ceſſer une crainte auſſi bien fondée, ſont, 1°. d'obliger le Rhône à reprendre ſon ancienne embouchure, de maniere que le port de Bouc ne ſe reſſente plus des inconvéniens inſéparables du canal de Lône, ce qui n'eſt pas auſſi difficile qu'on pourroit ſe l'imaginer, comme nous le ferons voir dans le quatrieme livre, en expliquant les moyens de rendre les rivieres navigables; 2°. de creuſer dans les terres le long de la côte, un canal qui, partant du port de Bouc, vienne aboutir au Rhône par le chemin le plus court, afin d'en éluder l'embouchure, en

Moyens d'empêcher le dommage que cauſe l'embouchure actuelle du Rhône, & de rendre floriſſant le commerce qui ſe fait par ce fleuve.

ſuivant à peu près les vues du projet de M. le maréchal *de Vauban*; ſeul capable d'interrompre le cours des déſordres cauſés par le canal de Lône, d'aſſurer la navigation contre tout accident, & de donner au commerce autant d'étendue qu'il en peut jamais acquérir de cette part.

Je me ſuis un peu étendu ſur l'irruption du Rhône, afin de faire ſentir combien il faut être circonſpect quand on fait quelques travaux dans le voiſinage d'un port qui ſembleroit n'avoir rien de commun avec le projet qu'on veut exécuter, n'y ayant point de doute que ſi l'on avoit prévu, comme on auroit dû le faire, que les digues dont on a bordé le canal de Lône, duſſent cauſer la ruine du port de Boue, quoiqu'éloigné de 5 lieues, on eût employé les mêmes dépenſes à forcer le Rhône de ſuivre ſon ancien cours.

Remarque ſur les ports ſitués à l'embouchure des rivieres. Défaut de la Loire, eu égard à la ville de Nantes.

711. Les ports ſitués à l'embouchure des grandes rivieres navigables, ſont d'une extrême utilité pour animer le commerce intérieur d'un état. Tel eſt celui de Bordeaux ſur la Garonne, répondant au fameux canal de Languedoc, & celui de Seville ſur le Guadalquivir. Les villes de Londres & de Middelbourg ne doivent-elles pas de même leur état floriſſant, la premiere à ſa ſituation ſur la Tamiſe, & la ſeconde à la ſienne ſur la Meuſe ? Le fâcheux eſt que le plus grand nombre des ports de cette eſpece n'ont pas le même avantage que ces derniers, lorſque les rivieres ſont limonneuſes, & que leur embouchure n'eſt pas encaiſſée par de ſolides berges que le courant ne puiſſe détacher. Il s'y forme des attériſſemens qui rendent la navigation très-difficile & quelquefois impraticable, par le peu d'eau qu'on y trouve à marée baſſe; la Loire, entr'autres, en fournit un triſte exemple. Cette riviere, qui portoit autrefois de gros navires juſqu'à Nantes, ſe trouve aujourd'hui tellement encombrée & diviſée en pluſieurs courans cauſés par les différentes petites iſles qui s'y ſont formées, que pendant l'été de 1746, il ne reſtoit à marée baſſe, dans le principal courant, qu'un pied & demi d'eau en pluſieurs endroits, depuis Nantes juſqu'à Painbœuf, par le peu d'attention que l'on a eu à diguer ſes bords pour la contenir. Cependant comme il y a encore 7 à 8 pieds d'eau à marée baſſe, depuis la mer juſqu'à Painbœuf, on a penſé que faiſant un port à cette ville, couvert par l'iſle de Noirmoutier, & un canal de là juſqu'à Nantes, on rendroit à cette derniere place ſon ancienne ſplendeur, & qu'elle n'auroit plus rien à craindre des viciſſitudes de la Loire.

712. Quoique les maximes qui compoſent le fond de ce chapitre regardent principalement les ports du premier ordre, on pourra également les appliquer du plus au moins à ceux du ſecond & du troiſieme, ſelon la conſéquence dont ils peuvent être au commerce en général, & en particulier aux provinces auxquelles ils répondent. Par exemple, les ports d'entrepôt qui reçoivent les marchandiſes des pays étrangers, pour de-là les tranſporter ſur des alleges par les rivieres aux villes reculées dans les terres ou dans les havres qui ne peuvent recevoir que de petits bâtimens, méritent d'être entretenus avec autant de ſoin que les autres. On peut dire la même choſe des petits ports dont l'utilité eſt bornée à la pêche, & à retirer les petits vaiſſeaux de capotage, comme ſont ceux de Fécamp, de Saint-Vallery en Caux, de Dieppe, &c. Leurs entrées doivent être couvertes par des jettées, pour en faciliter l'accès, ſpécialement lorſqu'ils n'ont que des rades foraines, ſemblables à celles de la haute Normandie, où il n'eſt pas poſſible de tenir quand la mer eſt agitée des vents du large. Comme ce qui appartient à leur direction & à leur conſtruction demande beaucoup d'attention, on va trouver dans les chapitres 5, 6 & 7 tout ce qui les concerne; ainſi c'eſt par elles que nous allons commencer les inſtructions ſur la conduite des travaux relatifs aux places maritimes, tant de l'Océan que de la Méditerranée.

Les maximes qui appartiennent aux ports royaux, ou du premier ordre, peuvent également s'appliquer à ceux d'une moindre conſéquence.

CHAPITRE V.

De la conſtruction des jettées de faſcinage & des forts de charpente ſervant à les défendre.

AYANT dit en pluſieurs endroits de cet ouvrage, que pour faciliter l'entrée & la ſortie de la plupart des ports de l'Océan, on y entretenoit un chenal dont les bords étoient formés par des jettées, qui ſont des eſpeces de levées que l'on porte en avant à la mer, on ſaura qu'elles ſe conſtruiſent quelquefois d'abord en faſcinage, pour donner lieu au jeu des écluſes qui doivent approfondir le chenal, en attendant que l'on puiſſe les faire plus ſolides. Nous allons donc commencer ce chapitre par les jettées de cette ſorte; après quoi nous parlerons dans les ſuivans de celles qui ſe fabriquent avec des coffres de charpente remplis de pierres, & nous dirons de quelle maniere on s'y prend pour les faire en maçonnerie; mais avant que d'en venir là, nous terminerons celui-ci par ce qui appartient aux forts de charpente, élevés pour la défenſe des mêmes jettées.

Maximes ſur la maniere de bien diriger les jettées & les courans formés par les écluſes de chaſſe.

713. Pour bien ſituer ces jettées, il faut les diriger de maniere qu'elles en rendent l'entrée commode aux vaiſſeaux; le plus sûr moyen d'y parvenir, eſt de commencer par avoir une carte exacte de la rade & du port, avec ce qu'il y a de remarquable dans ſes environs, principalement le cours des marées & des vents les plus ordinaires, avec tout ce qui méritera attention; on tracera les jettées aſſez longues pour que leurs têtes ſoient portées au-delà de la laiſſe de baſſe mer, afin de ne pas laiſſer au courant, cauſé par le jeu des écluſes, la liberté de ſerpenter dans la greve, & d'y creuſer un chenal tortueux qui expoſeroit les navires, obligés de le ſuivre, à échouer ou à périr dans un gros tems. On ſuppoſe que les écluſes ſeront placées relativement aux jettées, de maniere que leurs courans, venant à ſe rencontrer, n'en forment plus qu'un ſeul qui enfile le chenal ſur toute ſon étendue, ſans que l'un l'emporte ſur l'autre; autrement il en réſulteroit des touilles préjudiciables aux jettées, comme on l'a vu en quelqu'endroit. J'ajouterai que s'il arrivoit que le chenal dût avoir beaucoup de longueur, & que la force du courant, qui partiroit du fond du port, fût trop altérée pour pouſſer aſſez au loin les ſables qu'il aura détaché, dont l'amas pourroit, à la longue, former une barre fort nuiſible, il faudroit de toute néceſſité placer

cer à droite & à gauche, à la naiſſance des jettées, d'autres écluſes dont le jeu fourniſſe un nouveau courant capable de ſuppléer à ce qui manqueroit au précédent (art. 52, 55 & 56); c'eſt à quoi il importe fort d'avoir égard en formant le projet général, afin que toutes ſes parties ſoient diſpoſées de maniere à concourir le plus avantageuſement qu'il eſt poſſible à remplir l'objet qu'on ſe propoſe, ſans que l'une nuiſe à l'autre.

Il faut que la tête de la jettée qui reçoit intérieurement le cours des marées, ſoit portée plus en avant que l'autre, pour faciliter l'entrée du chenal.

714. Quand on eſt obligé de donner aux jettées la même direction qu'aux marées, on peut les borner à égale hauteur, c'eſt-à-dire ne pas avancer une tête plus que l'autre; mais ſi la ſituation des lieux exigeoit que les jettées fuſſent, par exemple, dans la direction du ſud au nord, tandis que les marées courroient N. O. & S. E. il faudroit en ce cas faire la jettée de l'eſt plus longue que celle d'oueſt, afin que le courant qui frappera la partie excédente, réfléchiſſant vers le large, mette cet endroit de la mer dans une eſpece d'équilibre, ce qui donnera aux vaiſſeaux la facilité d'enfiler le chenal pour gagner le port.

S'il arrivoit que le cours des marées eût une direction contraire à la précédente, on ſent bien qu'alors il faudroit prolonger la jettée d'O. plus que ſon oppoſée, obſervant dans l'un & l'autre cas d'évaſer l'entrée du chenal en rejettant en dehors une partie de la branche de la jettée prolongée, pour faciliter d'autant mieux l'entrée des navires. On prendra garde cependant de ne pas faire cet évaſement trop grand, de crainte que les lames n'étant point aſſez repouſſées à l'entrée du chenal, ne produiſent, en ſe réfléchiſſant, un mouvement circulaire autour de la tête des jettées. On donne ordinairement aux mêmes têtes une forme arrondie qu'on rend plus ou moins ſenſible, ſelon la néceſſité, ce qui demande beaucoup d'attention, pour empêcher que dans les tempêtes l'effort de la vague n'entraîne derriere les jettées les vaiſſeaux qui voudroient gagner le port.

Autres motifs qui peuvent encore engager à prolonger une jettée plus que l'autre.

715. Le courant des marées n'eſt pas le ſeul motif qui oblige à prolonger une jettée plus que l'autre; la nature du rivage & ſa diſpoſition y engagent auſſi quelquefois, pour garantir l'entrée du chenal des dépôts de galet, comme à Dieppe & au Havre; mais l'on a vu dans l'article 534, avec quelle circonſpection devoit ſe faire cette prolongation, de crainte de tomber dans un inconvénient plus grand que celui que l'on veut éviter; il y a même des cas où l'on ne peut ſe garantir des accidens

de cette eſpece, qu'en attaquant la cauſe du mal dans ſa ſource, ſoit en raſant la partie ſaillante de la côte qui produit le galet, ou en faiſant enſorte d'en couvrir le pied, de maniere que la mer n'en puiſſe plus rien détacher. Il ſe pourroit bien cependant que l'entrepriſe d'un de ces expédiens fût effrayante par ſon énorme dépenſe; c'eſt à la ſageſſe de ceux qui ſont chargés de veiller aux intérêts de l'état, de ſe régler ſelon l'importance du port que l'on veut conſerver, & à l'habileté des ingénieurs de ſuggérer les moyens les plus convenables, en conſidérant les choſes eu égard aux ſuites qu'elles pourront avoir à l'avenir, de crainte de n'apporter qu'un remede de peu de durée, ſujet à être ſans ceſſe renouvellé, & par conſéquent à un entretien bien plus onéreux que ne le ſeroit une forte dépenſe faite une fois pour toujours.

Le tranſport des ſables que les courans dépoſent en quelques endroits de l'entrée d'un port, en y formant des bancs trop éloignés des écluſes pour que leur chaſſe puiſſe les détruire à meſure que les dépôts s'élevent, donne encore lieu quelquefois d'allonger la jettée qui répond à ces courans, afin que la venant frapper, ils rejailliſſent à la mer & empêchent que le dépôt ne ſe faſſe toujours au même endroit.

Quand un chenal ſe trouve dans la direction des marées, & que les vaiſſeaux qui ſont dans le port, peuvent en être tourmentés, il faut un peu courber les jettées pour qu'elles modifient la violence du courant.

716. Quoique les jettées ſe faſſent ordinairement en ligne droite, on les recourbe ou replie quelquefois un peu en dedans, s'il arrive que le courant enfile directement le chenal avec trop de vîteſſe, afin d'empêcher que les navires qui ſont dans le port n'en ſoient incommodés, en ſe heurtant les uns les autres, ou en allant frapper contre les quais (art. 646); mais il faut prendre garde, en les courbant, de ne point trop altérer l'action de l'eau que les écluſes lâcheront à marée baſſe pour l'entretien du chenal; par conſéquent avoir égard à la poſition des mêmes écluſes, & à nombre d'autres obſervations que je laiſſe à la diſcrétion de ceux qui feront dans le cas de faire des projets de cette eſpece.

Maxime ſur l'intervalle qu'il faut donner aux jettées vers leur naiſſance & à l'embouchure du chenal.

717. Après toutes les obſervations convenables pour diriger les jettées le plus avantageuſement qu'il ſera poſſible, on donnera depuis 20 juſqu'à 24 toiſes d'intervalle entre leur naiſſance du côté du port, pour que le courant que lâcheront les écluſes ne vienne pas mordre trop près du pied des jettées; on les dirige de maniere que le chenal aille toujours en s'élargiſſant vers ſon embouchure. La regle qu'il m'a paru qu'on pouvoit ſuivre

en pareil cas, quand nulle raiſon n'empêche de tracer les jettées en ligne droite ſur toute leur longueur, eſt de faire cette extrêmité plus large que l'autre d'environ un douzieme de la longueur du chenal même ; c'eſt-à-dire que ſi l'intervalle de la naiſſance des jettées avoit été déterminé de 24 toiſes, & leur longueur de 200, dont la douzieme partie eſt 16 $\frac{2}{3}$, la largeur de l'entrée du chenal ſera en ce cas de 40 toiſes 4 pieds, ainſi des autres, à moins qu'on n'ait des raiſons pour modifier cette regle ſelon les circonſtances.

SECTION PREMIERE.

Des jettées de faſcinage.

718. Auſſi-tôt que *Louis XIV* ſe vit poſſeſſeur de Dunkerque, & qu'il eut jugé par lui-même de l'état du port, qui ne pouvoit alors recevoir que de médiocres vaiſſeaux, il ſentit la néceſſité de commencer par le chenal les grands travaux qu'il avoit projetté, afin que le jeu continuel des écluſes l'approfondît, tandis que l'on éleveroit les autres ouvrages pour bonifier le port & fortifier la place. Comme le courant que lâcheroient les écluſes ne pouvoit creuſer dans le ſable & l'emporter au loin, qu'autant qu'il ſeroit reſſerré dans une direction conſtante, l'on travailla d'abord à élever des jettées de faſcinage ſur la prolongation des deux bouts qui ſe trouvoient déja établis.

Pour creuſer le chenal du port de Dunkerque, on a commencé en 1679 à élever des jettées de faſcinage qui ont facilité par la ſuite celles qu'on a faites avec des coffres de charpente remplis de pierres.

C'eſt le détail de ce qui fut ſuivi dans le cours de ce travail, que je vais rapporter, afin qu'en pareil cas, on puiſſe s'y conformer en tout ou en partie ; cette nature de jettées, quand elles ſont bien entendues, ayant tout le ſuccès qu'on peut s'en promettre, elles ſont très-propres à ſoutenir les reſſacs de la mer, par le peu de priſe qu'elle y trouve : mais étant ſujettes à un grand entretien, il faut ne les regarder que comme une préparation à un travail plus ſolide, dont elles facilitent extrêmement l'exécution.

719. Comme l'épaiſſeur YQ des jettées de faſcinage, priſes ſur leur baſe, doit être proportionnée à leur hauteur VX, & à la force de la mer, ſur-tout à ſa profondeur au tems des vives eaux, j'ai obſervé, en examinant ce qui a été exécuté de mieux en ce genre, qu'il falloit que la hauteur des mêmes jettées fût à peu près à la largeur de leur baſe, y compris les taluds &

Il faut que l'épaiſſeur des jettées de faſcinage ſur leur baſe, ſans y comprendre les risbermes, ſoit

triple de leur hauteur.

Pl. VI. fig. 4 & 6.

retraites, dans le rapport d'un à trois ; par conſéquent s'il falloit donner 24 pieds de hauteur aux jettées, pour que le ſommet fût de 5 ou 6 pieds ſupérieur au niveau des plus hautes marées, on aura la largeur de leur baſe, en triplant la hauteur, qui eſt celle que l'on a donnée aux jettées de Dunkerque, comme l'on en peut juger par leur profil, accompagné d'une partie du plan rapportée ſur la planche VI.

Comme la hauteur des jettées doit augmenter à meſure qu'elles ſont pouſſées plus avant dans la mer, il faut y avoir égard en les traçant, pour augmenter l'épaiſſeur de leur baſe à proportion.

720. Pour entamer cet ouvrage, on en marque la largeur par deux lignes qui ne ſont pas tout-à-fait paralleles, parce que les jettées devenant plus hautes à meſure qu'on les prolonge vers la mer, on ſe conduit en conſéquence de la regle précédente, en rejettant en dehors du chenal leur bord extérieur, ce qui s'exécute aſſez commodément dans le tems des baſſes eaux, dont on profite pour regaler le terrein & le creuſer d'un pied, afin d'encaiſſer le premier lit de faſcines. Pour empêcher que la mer ne faſſe des ſouilles au-deſſous des jettées de faſcinage, qui en pourroient cauſer la deſtruction, l'on creuſe ſur toute la longueur de leur baſe ſous le ſommet de la risberme extérieure, & auſſi quelquefois ſous celui de l'intérieure, une tranchée T que l'on remplit de terre glaiſe bien conroyée & battue à la demoiſelle, afin de former un bon conroi, dont la hauteur & l'épaiſſeur dépendent du plus ou moins de raiſon que l'on a de préſerver l'ouvrage des accidens dont il ſera menacé de la part de la mer & du courant que lâcheront les écluſes. Au-ſurplus, on a grand ſoin de combler les ſouilles ou profondeurs que l'on rencontre, avec ce qu'on appelle patés, qui ſont des rouleaux de terre glaiſe enveloppés de faſcines liées par des harres, compoſant de gros ſauciſſons. Ces patés réſiſtent beaucoup mieux à l'action des courans qui cauſent ces ſouilles, que ne feroit le ſable qu'on y jetteroit, lequel ne manqueroit pas d'être enlevé au retour de la mer.

Détail pour la conſtruction des jettées de faſcinage, avec les attentions qu'il faut avoir en les élevant.

721. Après avoir fait les déblais & remblais néceſſaires, on étend pluſieurs lits de faſcines plates, de 6 ou 7 pieds de longueur, ſur 18 à 20 pouces de circonférence au gros bout, formant enſemble un lit d'un pied d'épaiſſeur, leur longueur poſée en travers de la jettée. On obſervera que la tête de celles qui ſeront aux extrêmités réponde aux alignemens, & de les retirer tant ſoit peu en dedans à meſure que les lits s'éleveront, pour former les taluds marqués par le profil qu'on aura à ſuivre.

Les faſcines de ce premier lit ayant été bien aſſiſes ſur l'épaiſſeur d'un pied, on les arrête par des rangées de piquets

de trois pieds de longueur, à la tête desquels on fait un crochet; on les enfonce de suite à 18 pouces de distance les uns des autres, suivant l'alignement de la jettée, ces rangées répétées de la sorte de 3 en 3 pieds sur toute sa largeur; ensuite l'on forme les tunes composées de deux ou trois brins ou verges de 15 ou 16 pieds de longueur entrelacés autour des piquets qu'on a laissé saillir pour cela, & formant ensemble un cordon d'environ deux pouces de relief pour fixer les fascines, parce que le crochet des piquets empêche qu'en achevant de les enfoncer, la derniere branche ne s'échappe; car il faut que chaque tune presse les fascines, de maniere que fléchissant d'une part, & se recourbant extérieurement de l'autre, le tout compose une assiette presque de niveau pour recevoir les couches du lit suivant.

C'est en répétant les lits de fascines arrêtés de la sorte, que l'on éleve successivement le corps des jettées, prenant garde que les rangées de piquets soient répandues dans différens plans verticaux, pour lier de la maniere la plus intime les lits supérieurs avec les inférieurs, ce qui se pratique avec beaucoup d'intelligence de la part des ouvriers qui ont coutume de manier le fascinage, car tous n'y sont pas propres; c'est pourquoi il faut, quand on n'en a pas sur les lieux, en attirer pour instruire les autres.

Comme on ne peut travailler à la construction des jettées que pendant l'absence de la mer, on a grand soin, avant que d'abandonner l'ouvrage, de le charger de grosses pierres; sans quoi elle ne manqueroit pas, à son retour, de le détruire, le fascinage demandant beaucoup de sujétion, jusqu'à ce qu'il soit entiérement élevé au-dessus des plus hautes eaux. Lorsqu'ensuite la mer permet de reprendre le travail, on écarte les mêmes pierres pour le continuer, & l'on s'en sert de nouveau dès qu'on vient à le quitter.

722. Lorsqu'enfin l'on est parvenu jusqu'au couronnement, l'on couvre toute la surface, tant du sommet que des retraites & taluds en risberme, d'un grillage de bois de sapin de 4 pouces d'équarrissage, dont les compartimens sont de deux pieds en quarré, arrêtés par de petits pilots ou plançons M, enfoncés de biais de 12 à 13 pieds de longueur, sur 11 à 12 pouces de circonférence par le gros bout, le reste allant en diminuant jusqu'à la pointe, comme on peut le voir aux figures 4 & 6, qui représentent le progrès du travail, & où l'on remarquera les retraites NL, SR, & les risbermes NY & RZ.

Pour empêcher que l'action de la mer ne détruise les travaux de fascinage, il faut en couvrir la surface par un grillage, dont les compartimens se rempliſſent de pierres.

Pl. VI. fig. 4 & 6.

J'ajouterai qu'il n'y a qu'un plançon M pour chaque caſe enfoncée dans un des angles; que leur tête eſt percée d'un trou de 30 lignes de diametre, dans lequel on paſſe un bout de piquet d'un pied & demi de longueur pour retenir le grillage plus ſolidement. Ces compartimens ſont enſuite remplis de pierres dures ou de gros moilons plats poſés de champ & à ſec, ſerrés à force les uns contre les autres à coups de maſſes de bois, & non pas avec des marteaux de fer, de crainte de caſſer la pierre. Les vuides que laiſſe leur inégalité ſe rempliſſent de piquets chaſſés à force, le tout avec les mêmes précautions que nous avons rapportés (article 326) en parlant des faux radiers qui ſe font aux écluſes.

Le pied des jettées doit être garanti des affouillemens que peut cauſer la mer, ou le courant que lâcheront les écluſes, par des risbermes travaillées avec ſoin.

723. Quoique l'on m'ait aſſuré que le profil que je rapporte ici a été anciennement exécuté à Dunkerque, j'ai peine à croire qu'on n'ait pas donné plus de talud à la face KS des jettées du côté du chenal. Quant à ſa risberme, nous ſuppoſons qu'elle étoit prolongée juſqu'à la rencontre du fond, ſelon la ligne RZ. Au reſte, comme mon objet a été de montrer ſeulement la maniere d'employer le faſcinage pour ces ſortes de travaux, je laiſſe à ceux qui en auront la conduite, le ſoin d'en faire les profils ſelon qu'ils le jugeront convenable.

Cette maniere de travailler le faſcinage, s'emploie auſſi quelquefois pour élever des digues oppoſées à l'action de la mer, comme l'on en voit à Oſtende, depuis le port juſqu'au fameux ſas du canal de Bruges; dans ce cas, ces digues ſont fortifiées du côté du pays par une levée de terre. Les moules & autres petits coquillages s'attachent en ſi grande quantité au faſcinage, que toute la ſurface en eſt tiſſue, ce qui contribue à le garantir du dommage que les reſſacs de la mer peuvent y cauſer: auſſi eſt-il défendu, ſous les peines les plus rigoureuſes, de les détacher, par l'intérêt que l'on a de les laiſſer multiplier.

On enfonce le long des bords du chenal, au pied des jettées, des pilots de garde pour les mettre à couvert du choc des vaiſſeaux, & en même tems afin de conſtruire un pont

724. Pour garantir les jettées du choc des vaiſſeaux qui paſſent dans le chenal, & en même tems pour en faciliter le halage, on plante des pilots de garde A, qui ſervent auſſi, avec les clefs qui les retiennent, à ſoutenir un petit pont, pour communiquer d'un bout à l'autre de chaque jettée juſqu'au fort qu'on fait à leur tête, comme on en peut juger par le profil, où l'on remarquera qu'après avoir élevé le faſcinage à peu près juſqu'à la hauteur de la retraite NL, terminée à quelques pieds au-deſſus des plus hautes marées de vives eaux, on dreſſe les ſonnettes pour enfoncer les pilots A, C, F, H, dont la ferme de cha-

que travée eſt compoſée. Ces fermes ſe poſent de 9 en 9 pieds & ſe conſtruiſent à peu près dans le goût de celles que l'on emploie aux quais de charpente, dont il eſt fait mention, article 362 du volume précédent; c'eſt pourquoi nous y renvoyons pour les ferrures. On voit que chacune de ces fermes eſt formée d'un pilot de garde A de 36 à 40 pieds de longueur, ayant 16 pouces d'équarriſſage au ſommet, & 9 à 10 par le bas, coëffé d'un chapeau L de 16 ſur 10 pouces d'équarriſſage, lié encore par une ventriere D de 12 ſur 8 pouces de groſſeur, à laquelle ſont attachées les clefs B de 10 à 12 pouces, & d'une longueur proportionnée à l'épaiſſeur de la jettée. Ces clefs ſont ſoutenues par des pilots de ſupport CF, attachés au dormant GE de 10 pouces d'équarriſſage, & maintenus par les deux autres de renfort H d'une groſſeur proportionnée à leur hauteur: toutes les travées ſont liées enſemble par un cours de liſſes de 12 ſur 10 pouces d'équarriſſage.

qui puiſſe faciliter le halage. Détail de ce pont.

Sur chaque clef eſt attaché un coin de bois K pour porter trois longerons de 8 ſur 6 pouces d'équarriſſage, ſervant à ſoutenir le plancher I du pont, de 6 pieds de largeur, ayant un garde-fou P du côté de la jettée, & un autre regardant le chenal formé naturellement par le chapeau L. Le reſte eſt aiſé à comprendre, en conſidérant la relation qu'ont enſemble le profil & le plan, où les choſes ſemblables ſont marquées par les mêmes lettres; c'eſt pourquoi je ne m'y arrête pas davantage, & me contenterai de rapporter un modele de devis extrait de ceux qui ont eu lieu anciennement à Dunkerque, pour la conſtruction des jettées de faſcinage.

Devis des jettées & autres ouvrages de faſcinage propres aux ports de l'Océan.

1°. L'entrepreneur ſera obligé de décharger & mettre en piles, dans les lieux qui lui ſeront marqués par l'ingénieur ayant la conduite de l'ouvrage, toutes les faſcines, verges & piquets qui ſeront voiturés ſur les lieux & reçus pendant tout le cours de l'année.

2°. Il ſera tenu de ſe fournir à ſes frais & dépens de tous les bateaux, belandres, matelots, charrettes, chartiers, chevaux & journaliers dont il aura beſoin pour le tranſport, déchargement & empilement des mêmes faſcines, verges & piquets, ſur les lieux où la réception en ſera faite; & de-là, lorſqu'il ſera beſoin

de les tranſporter ſur les atteliers, & de les décharger aux endroits où ils ſeront mis en œuvre.

3°. L'entrepreneur fera exécuter le faſcinage comme il lui ſera preſcrit, conformément aux meſures du profil qui lui en ſera remis par l'ingénieur, qui pourra y changer ce qu'il jugera à propos, lorſque le cas le requérera, ſans que le même entrepreneur puiſſe prétendre aucune augmentation de prix.

4°. A meſure que les faſcinages ſeront formés, ils ſeront chargés par l'entrepreneur, & à ſes dépens, avec des pierres qui lui ſeront voiturées ſur les lieux le plus près des atteliers qu'il ſera poſſible, par les belandres de celui qui aura entrepris de les livrer.

5°. L'entrepreneur ſera tenu de fournir tous les ſauciſſons & patés dont on pourra avoir beſoin, s'il ſe trouve des ſouilles à remplir; & à meſure que les faſcinages des deux branches qui formeront le chenal ſeront achevés d'être élevés à la hauteur convenable, il aura ſoin de paver leur ſommet & rampes avec des pierres poſées de champ dans les grillages, les plus groſſes du côté expoſé à la violence de la mer, & il les ſerrera avec autant de piquets qu'il en faudra.

6°. Si pendant le mauvais tems & par la grande agitation de la mer, il arrive quelque dommage ou breche au faſcinage, l'entrepreneur ſera tenu de les réparer à ſes dépens pour la main-d'œuvre ſeulement, avec les faſcines, verges & piquets qui lui ſeront fournis de la part du roi, pourvu qu'il n'y ait que deux fois 24 heures que les ouvrages aient été faits, faute de quoi ils ſeront réparés aux dépens de ſa majeſté, & l'entrepreneur en ſera payé comme d'ouvrage neuf.

7°. Pour éviter cet inconvénient, il ſera tenu de faire charger de groſſes pierres ſon ouvrage à chaque marée avant que de le continuer ou d'en commencer d'autre, répondant entierement du même ouvrage, juſqu'à ce qu'il ſoit en état de ſoutenir la mer: faute de quoi il ſera obligé, en cas d'accident, de le rétablir à ſes dépens, & de rembourſer en argent la quantité de faſcines, verges & piquets que la mer aura emporté par ſa négligence, pour avoir manqué de ſuivre ce qui eſt preſcrit ci-deſſus.

8°. L'emploi effectif des faſcines ſera payé au mille à l'entrepreneur, moyennant quoi il les fera piqueter & tuner convenablement; une botte de verges employée en tunage, lui ſera comptée pour deux faſcines, & un paté de terre graſſe enveloppé d'un nombre de faſcines ſerré par quatre endroits, ſera compté pour

10 faſcines, non compris la terre graſſe qui ſera fournie par l'entrepreneur des faſcines.

9°. La terre glaiſe qu'on employera dans les coffres ſous les jettées, ſera bien battue & conroyée de lit en lit, pour empêcher la pénétration des eaux de la mer, & qu'il ne ſe faſſe des ſouilles. Après que cette terre aura été élevée à la hauteur néceſſaire, on la couvrira de faſcines chargées de pierres, afin qu'elle ne ſoit point enlevée par le battement de la mer.

10°. Le même entrepreneur ſera auſſi tenu, avant que de commencer le premier lit de faſcines & les coffres de terre graſſe, de faire un deblai d'un pied & demi de profondeur dans le ſable, de la largeur des faſcinages & des coffres de terre graſſe; & au cas qu'on faſſe un déblai de plus d'un pied & demi de profondeur, le ſurplus lui ſera payé à la toiſe cube, de même que les remblais, s'il étoit beſoin qu'on en fît.

11°. L'entrepreneur ſera obligé de décharger à ſes dépens tous les bateaux, belandres & charrettes qui ſeront employés à la voiture des pierres, lorſqu'elles ſeront le plus près des atteliers que faire ſe pourra, & en cas de difficulté ſurvenue à cet égard entre le même entrepreneur & celui qui ſera chargé de la livraiſon des pierres, elle ſera réglée par l'ingénieur.

Il eſt bon d'être prévenu que les ingénieurs de Dunkerque ayant reconnu dans la ſuite les embarras & les malverſations que cauſoit la diverſité des entrepreneurs pour l'emploi & la fourniture des faſcines, piquets & pierres, jugerent convenable de ne plus payer qu'à la toiſe cube les ouvrages de faſcinage employés pour le corps des jettées, après en avoir fait une juſte eſtimation, & d'en uſer de même pour les pierres meſurées ſur le tas.

SECTION II.

De la conſtruction des forts de charpente qui ſe font dans la mer, pour défendre l'entrée d'un port & en aſſurer le repos contre le bombardement.

Explication des forts Vert & de Bonne-Eſpérance.

725. Après que les jettées ont été pouſſées auſſi avant qu'on l'a jugé néceſſaire, on en aſſure les têtes par des forts conſtruits ſur pilotis, lorſqu'on eſt preſſé d'établir des batteries pour la défenſe de la rade, ou que par des raiſons d'économie,

qui défendoient la tête des jettées de Dunkerque.

on ne veut point les faire en maçonnerie, quoiqu'elle ſoit préférable à tous égards. Tels furent les forts Vert & de Bonne-Eſpérance, qu'on éleva en 1680 au bout des jettées de Dunkerque, dont ils étoient ſéparés par un intervalle de 8 à 9 toiſes, afin de n'être acceſſibles du côté de la gorge que par un pont, comme on en peut juger en jettant les yeux ſur le plan de cette place, planche 2 du premier volume, relatif aux articles 42 & 55.

Pl. VIII.

On aura une idée de ces ſortes de forts, en conſidérant le plan de celui de Bonne-Eſpérance, rapporté ſur la planche 8, où l'on remarquera que du côté de la mer, on lui a donné la figure d'un fer-à-cheval, pour mieux découvrir la rade, qui ſe trouvoit balayée par 25 pieces de canon, dont 9 ou 10 ſervoient à défendre l'entrée du chenal, & la tête du fort Vert, parce que la jettée d'oueſt répondant au courant de la Manche, étoit plus avancée que l'autre; c'eſt pourquoi la branche droite de ce premier fort avoit plus d'embraſures que la gauche, où étoit une batterie de deux gros mortiers, bien plus capables encore que le canon, d'éloigner les vaiſſeaux ennemis. A l'égard du fort Vert, on l'avoit fait plus long que large, afin qu'il pût mieux flanquer le côté de l'eſt, qui étoit le plus critique. L'un & l'autre de ces forts étoient retranchés par la gorge, afin que l'entrée ſe trouvât défendue par deux flancs, de crainte que l'ennemi venant à ſe rendre maître des jettées, il ne s'en prévalût contre des poſtes auſſi avancés en mer; mais il n'y avoit de ce côté-là qu'un ſimple parapet crénelé avec quelques ſabords, pour y placer du canon en cas de beſoin; au lieu que le parapet qui regardoit la mer, étoit beaucoup plus ſolide, ayant 6 pieds d'épaiſſeur ſur 7 de hauteur, & étant formé par des coffres de charpente compoſés de poteaux, entretoiſes, chaperons & croix de S. André, le tout couvert de bordage; l'intérieur étoit rempli de bonne maçonnerie à l'épreuve du canon. Les embraſures étoient pratiquées à 12 pieds d'intervalle de milieu en milieu, & accompagnées d'une plate-forme de madriers, comme on en peut juger par le plan, ainſi que du bâtiment comprenant un magaſin à poudre A, un autre B pour les uſtenciles, un logement C pour le concierge, un corps-de-garde D pour l'officier commandant le détachement, un autre F pour les ſoldats, un logement G pour les canoniers, un entrepôt H pour les gargouges, un veſtibule I, & le paſſage E de la porte du fort. Je paſſe ſous ſilence les guérites L, les latrines K, le pont-levis M & le dormant N qui communiquoit avec celui de la jettée adjacente. Ces forts étoient

bien fraiſés & paliſſadés, pour les garantir des ſurpriſes ou attaques de vive force dans le tems de la baſſe mer; ils avoient de plus une risberme fort étendue, qui les préſervoit des dommages que la mer auroit pu leur cauſer; c'eſt de quoi l'on jugera par la deſcription que voici d'un autre fort à peu près dans le même goût, exécuté au port de Calais, dont nous avons fait mention (art. 509 du volume précédent); le détail que nous allons donner de ſa charpente, nous diſpenſera de rapporter celle qui regarde les deux précédens, dont il ſera aiſé de juger, le méchaniſme en étant à peu près le même.

Maniere de préparer le terrein ſur lequel on veut élever un fort de charpente. Dimenſions qu'il faut donner aux pilots. Pl. VI. fig. 2, 3, 5 & 7.

726. Pour conſtruire ſolidement un fort de charpente, il faut d'abord donner toute ſon attention à garantir le pied des pilots des affouillemens que l'action des marées ne manqueroit pas de cauſer, ſi elles avoient priſe ſur le ſable qui les entoure. Pour cela l'on commence, quand la mer eſt baſſe, par régaler le terrein, que l'on approfondit d'un pied au deſſous du niveau de l'eſtran, pour y poſer pluſieurs lits de faſcines bien piquetées & clayonnées, formant enſemble un relief de 3 ou 4 pieds d'épaiſſeur, terminé en glacis tout autour de la baſe que doit comprendre le fort, afin de l'envelopper d'une risberme d'environ 25 pieds de largeur, couverte d'un grillage garni de pierres, comme il eſt expliqué (art. 722). Cette précaution priſe, on enfonce à travers le faſcinage tous les pilots qui doivent ſoutenir la plateforme ou le rez-de-chauſſée du fort, en les diſpoſant comme ils ſont marqués dans la figure 7, enſorte qu'ils ayent environ 10 pieds de fiche, plus ou moins, ſelon le terrein, lequel étant connu, l'on jugera de leur longueur par la hauteur où montent les vives eaux, en faiſant attention que la tête de ces pilots ſoit arraſée à 8 ou 10 pieds au-deſſus des plus grandes marées, pour que dans une tempête, les vagues n'incommodent point la garde. Quant à la groſſeur de ces pilots, il eſt naturel de la proportionner à leur longeur, obſervant que s'ils avoient 24 pieds, on ne peut leur donner moins de 11 pouces d'équariſſage, que l'on augmentera d'un pouce à meſure que la longueur précédente croîtra de 3 pieds; ainſi ceux de 30 auront 13 ſur 13 pouces, & ceux de 36 pieds 15 ſur 15 pouces de groſſeur.

On doit diriger les files de pilots, de maniere qu'elles n'offrent que le moins

727. Comme le fort que nous rapportons ici fait face à la mer du large, on remarquera que les files de pilots A, B, ſont alignées de maniere que leurs prolongations aboutiſſent toutes au même point C, milieu de la gorge, tel que feroient les rayons d'un demi-cercle diviſé en parties égales, afin

de prise qu'il est possible au courant des marées.

de n'offrir à la ronde que le moins de surface qu'il est possible à une mer irritée; c'est à quoi il importe fort d'avoir égard selon la situation des lieux, pour disposer les bois en conséquence, afin que s'arcboutant réciproquement, ils soient en état de faire tête du côté où ils auront le plus de fatigue à essuyer. L'assemblage d'une pareille charpente demande beaucoup d'art pour n'y employer que la quantité de pieces nécessaires, & jamais aucune d'inutile, ou au préjudice de la chose, comme cela arrive quelquefois, lorsqu'on agit sans être guidé par de bons principes de méchanique.

Pour assurer & garantir le pied des pilots contre les affouillemens, il faut les lier ensemble par des ventrieres & des clefs posées sur le fascinage, afin de donner lieu à un grillage, dont les compartimens se rempliſſent de pierres.

728. Pour assurer le pied des pilots, on lie chaque rangée de pourtour, comme EE, d'un cours de ventrieres de 10 & 12 pouces d'équarissage, posées sur le fascinage qu'elles retiennent en place contre tout ce qui pourroit le detruire; ces ventrieres sont ensuite croisées par des clefs AB de même grosseur, encastrées & chevillées ensemble, formant un grillage dont les compartimens se rempliſſent de gros quartiers de pierres, afin d'affermir le plus qu'il est possible la base du fort, qui seroit bientôt détruit sans ce préservatif.

Suite de l'assemblage de la charpente pour la construction d'un fort.

729. A 4 pieds au-dessus du niveau des vives eaux, les mêmes rangées de pilots sont encore entretenues par une seconde ventriere GH, servant à soutenir d'autres clefs ou moises K, dont chaque file AB est embrassée de part & d'autre; ensuite tous ces pilots se coëffent avec des chapeaux I de 12 à 14 pouces d'équarissage, sur lesquels sont attachées des poutrelles L de 8 à 10 pouces de grosseur, servant à porter la plate-forme M de 3 pouces. Au surplus, pour assurer davantage la solidité de cette charpente contre les ressacs de la mer, les pilots, clefs & moises sont encore liés à la ronde par des contre-fiches N de 10 sur 12 pouces d'équarissage, encastrées avec renfort & embrevement. Autour de la plate-forme est un parapet O composé d'un nombre de montans entretenus par un chaperon, des croix de S. André, des entretoises & arcboutans, toutes ces pieces ayant 8 sur 10 pouces, couvertes d'un bordage de 4 pouces percé de sabords qui ne doivent point avoir moins de 10 pieds d'intervalle pour manœuvrer facilement le canon monté sur des affuts marins.

PL. VI.

Comme la seule inspection des figures 2, 3, 5 & 7 suffit pour juger du reste, ainsi que de la composition du corps-de-garde, qui n'a rien de particulier, je ne m'y arrêterai pas: je ferai seulement remarquer que la premiere figure de la planche qui

nous fixe préſentement, eſt un profil d'une des batteries AB, élevées ſur les jettées CDEF de Calais, faites avec des coffres de charpente remplis de pierres, tels qu'on en verra dans le chapitre ſuivant, obſervant que chacune de ces batteries occupe en longueur ſix travées des mêmes jettées, qui donnent lieu à trois ſabords de chaque côté, tandis qu'on n'en voit ici que deux marqués G, ſe préſentant en face dans la direction même de la jettée : ainſi une de ces batteries peut contenir 8 pieces de canon.

Deſcription du Château-Gaillard, qui défendoit la jettée d'eſt à Dunkerque, avec ce qu'on a obſervé en le conſtruiſant. Pl. VII & VIII.

730. Pour préſenter encore un exemple de la diſpoſition qu'on peut donner à la charpente d'un fort, conſidérez, ſur les planches VII & VIII, les développemens de celui qu'on nommoit le Château-Gaillard, ſitué autrefois à la droite de la jettée d'eſt à Dunkerque, ſervant à la défendre & à balayer l'eſtran du côté de Nieuport (art. 58). Comme la deſcription que nous allons faire de ce château ne peut être bien entendue qu'en conſidérant en même tems les deux profils relatifs au plan, on fera attention que les mêmes pieces repréſentées en différens ſens, ſont déſignées par des lettres ſemblables, d'où il ſera aiſé de juger de ce qui a été ſuivi dans la conſtruction. Le corps de faſcinage ayant été établi comme il eſt dit (art. 721), on commença par enfoncer cinq files de pilots E, diſpoſés parallelement à la jettée, afin que les pieces qu'il devoit ſoutenir, ſe trouvant alignées à peu près du nord au ſud, c'eſt-à-dire, ſelon la direction du cours des marées, elles y fuſſent moins expoſées.

Tous ces pilots furent recepés de niveau à 6 pouces au-deſſus du faſcinage, afin de n'avoir que le relief néceſſaire aux tenons qu'on y fit pour coëffer chaque file d'un chapeau F, ſervant de ſemelle aux poteaux H qui devoient ſoutenir les poutres G de la plate-forme L du fort élevé ſeulement de 16 pieds au-deſſus de ſa baſe, que les marées ne couvroient jamais que d'environ 8 pieds d'eau dans les grandes malines, parce que l'eſtran ſe trouvoit avoir beaucoup de pente entre les laiſſes de baſſe & de haute mer. Toutes ces fermes furent enſuite liées enſemble par des clefs K & I encaſtrées de maniere qu'elles ſe trouvaſſent arraſées avec les ſolives M. Comme l'angle SPR étoit le plus expoſé à la tourmente de la mer, on l'a arcbouté en appuyant toutes les pieces O contre le coyer PQ, afin que les reſſacs qu'eſſuieroient les côtés PS, PR, du nord & de l'eſt, fuſſent réduits à n'agir que ſur la diagonale PQ. Au ſurplus,

les poteaux H ont été fortifiés par des arcboutans T, des bracons X & des croix de Saint-André V, placées ſous les quatre angles de la plate-forme, & au-deſſous du corps-de-garde. Quant au parapet, les profils montrent que pour le ſoutenir, les poutres G & les clefs I ont été employées plus longues que les autres K, afin de donner lieu aux liens Y, & en même tems pour porter le liteau *a*, ſervant à ſoutenir la fraiſe *b*, dont ce parapet étoit hériſſé. Je ne dis rien de la force qu'on a donné aux bois qui ſont entrés dans la compoſition de ce fort, parce qu'il ſera aiſé d'en juger par ceux du précédent.

Obſervation ſur la maniere d'aſſurer les paliſſades qui enveloppent le pied d'un fort, pour qu'elles puiſſent ſe ſoutenir contre les reſſacs de la mer.

731. A l'égard de la paliſſade Z qui enveloppoit le pied de ce fort, on fera attention que du côté du nord & de l'eſt, les liteaux *d* ont été placés en dedans, afin de les appuyer contre les arcboutans T à l'aide des étréſillons *f*; au lieu que du côté du ſud & de l'oueſt, qui regardoit la ville & la jettée, ces liteaux déſignés par *g*, ont été placés en dehors. C'eſt pourquoi les chapeaux F ſont prolongés de cette part, pour aſſeoir les arcboutans *h* dans une direction oppoſée au courant des marées, qui auroient en peu de jours renverſé cette paliſſade, ſi l'on avoit eu moins d'attention à la bien aſſurer, comme une partie eſſentielle d'où dépendoit en quelque ſorte le ſalut de la garde du fort, qui ſans cela auroit pu être enlevée de nuit pendant la baſſe mer, lorſque l'eſtran étoit entierement à découvert. Elle ſervoit auſſi, en cas d'attaque par mer, à empêcher que les brûlots n'approchaſſent trop près du fort. C'eſt ainſi qu'en faiſant un projet, on ne ſauroit trop méditer toutes les parties relatives à l'action de la mer, dont il faut prévoir les différens effets dans toutes les circonſtances critiques; c'eſt-à-dire qu'on doit regarder cet élément comme un ennemi dangereux, contre lequel il faut ſans ceſſe être en garde.

On ne doit jamais enfoncer de pilots dans un terrein ſujet au cours des marées, ſans en garantir le pied par pluſieurs lits de faſcinage piquetés & clayonnés.

732. Pour dire auſſi un mot du pont qui ſervoit à communiquer de la jettée au fort, on voit dans le profil de la planche VIII, que l'on avoit eu attention de garantir le pied des chevalets *p* des affouillemens, en enfonçant les pilots dans un tiſſu de faſcinage clayonné & chargé de pierres; précaution dont il n'eſt pas permis de s'écarter, toutes les fois qu'on en plante ſur l'eſtran, ſi l'on veut qu'ils s'y maintiennent ſolidement, l'expérience en ayant montré la néceſſité indiſpenſable. J'ajouterai en finiſſant, que nous avons profité d'une place qui reſtoit vuide ſur cette planche, pour l'occuper par le deſſein d'un bout d'eſtacade flottante quand la mer eſt haute, pour défendre l'accès des forts de charpente.

Quand on ſe trouve obligé de conſtruire un fort de charpente dans un endroit où la mer s'éleve conſidérablement au tems des vives eaux, il n'eſt pas toujours poſſible d'employer des pilots auſſi longs qu'il les faudroit, & d'une groſſeur proportionnée pour élever la plate-forme auſſi haut qu'il convient. Alors il faut de néceſſité enter les pieces de charpente, & les aſſembler de maniere qu'elles ſe ſoutiennent & s'arcboutent le plus ſolidement qu'il eſt poſſible. C'eſt à quoi l'on a eu égard dans un projet qu'on fit anciennement à l'occaſion des forts qu'on devoit conſtruire à la tête des jettées de Dieppe, après le bombardement de cette place; on pourra en juger en conſidérant les développemens d'un de ces forts rapportés ſur la planche IX, que je donne ſimplement comme un exemple propre à fournir des idées, ſans entrer dans le détail, qui deviendroit ennuyeux après tout ce qu'on vient de voir ſur ce ſujet. Quant aux quatre premieres figures de cette planche, elles comprennent les développemens d'un fanal dont il eſt fait mention à la fin du chapitre VIII.

CHAPITRE VI.

Des jettées faites en coffres de charpente remplis de pierres.

Récit de ce qui s'eſt paſſé à Dunkerque, lorſqu'il fut queſtion de conſtruire les jettées avec des coffres remplis de pierres.

Maximes ſur la conſtruction des jettées de charpente.

733. VOULANT ſuivre ſucceſſivement ce qui a été exécuté à Dunkerque pour bonifier le port, on ſaura qu'environ 20 ans après qu'on eut formé les jettées de faſcinage, on entreprit de les faire plus ſolides, en les conſtruiſant avec des coffres remplis de pierres. Comme il s'agiſſoit de rendre ces jettées capables d'une grande réſiſtance, par un aſſemblage de charpente bien entendu, ſans en multiplier les pieces mal-à-propos, les plus habiles ingénieurs qui devoient avoir la direction de ce travail, s'appliquerent à produire des deſſeins de ce qu'on pouvoit faire de mieux; ils étoient enſuite expoſés à l'examen de M. de Vauban, ſi capable d'en apprécier la valeur. Dès-lors M. Clement manifeſta ce génie heureux qui lui faiſoit ſaiſir le vrai des choſes, & qui lui a mérité cette haute réputation dont il a ſi glorieuſement joui; réputation à laquelle on eſt sûr de parvenir quand on travaille ſérieuſement à l'acquérir. Ayant recueilli tous les deſſeins des projets mis au jour à cette occaſion, j'en rapporte trois de ceux qui ont été arrêtés par M. de Vauban, & dont l'exécution a eu le plus de ſuccès; cependant il ne paroît pas qu'on ait ſuivi une regle conſtante pour déterminer l'épaiſſeur de ces jettées ſur leur baſe, eu égard à leur hauteur, non plus que pour le talud des faces, aucun n'étant parti d'un point fixe, comme cela convient quand il s'agit de remplir le même objet; mais ayant mûrement examiné la diſpoſition de ces profils, j'en ai déduit les maximes ſuivantes.

734. Pour proportionner la hauteur des jettées à la profondeur de la mer à l'endroit où elles ſeront établies, enſorte que leur ſommet ne ſoit pas trop en priſe à ſes reſſacs, il faut qu'elles excedent d'environ 9 pieds le niveau de la pleine mer de vives eaux; par conſéquent ſi la profondeur de la mer ſe trouvoit alors de quinze pieds dans ce lieu-là, il faudroit que le bord ſupérieur des jettées fût élevé de 24 pieds au-deſſus de ſon lit.

Quand le coffre des jettées eſt aſſis ſur un ſocle de faſcinage,

Figure 1.ere

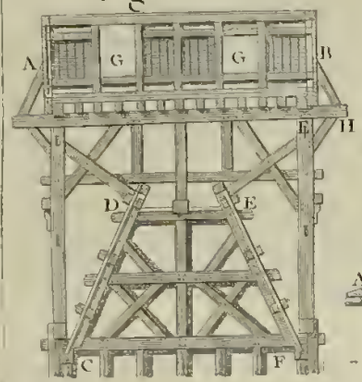
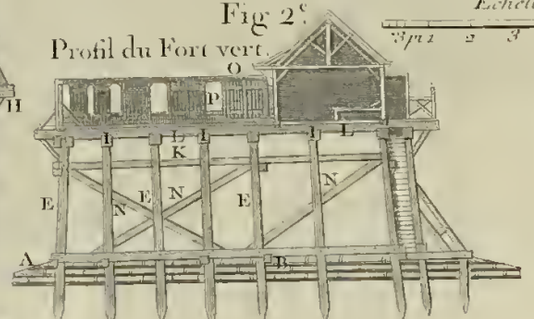
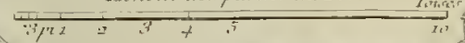


Fig 2.e

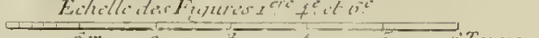
Profil du Fort vert.



Echelle des parties du Fort.

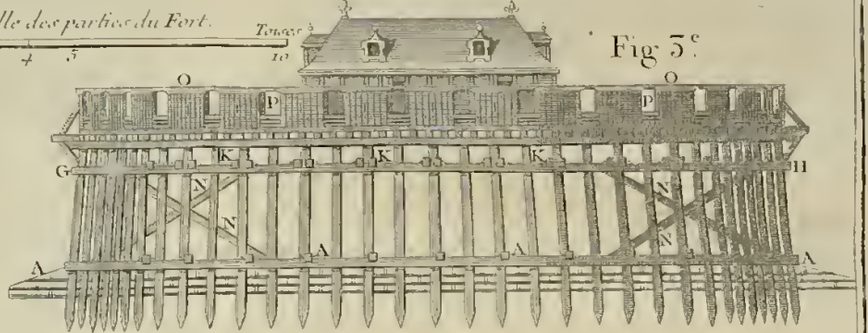


Echelle des Figures 1.ere 4.e et 6.e



Elevation du Fort vert de Calais.

Fig 3.e



Plan de la platte forme vnë au dessus et au dessous.

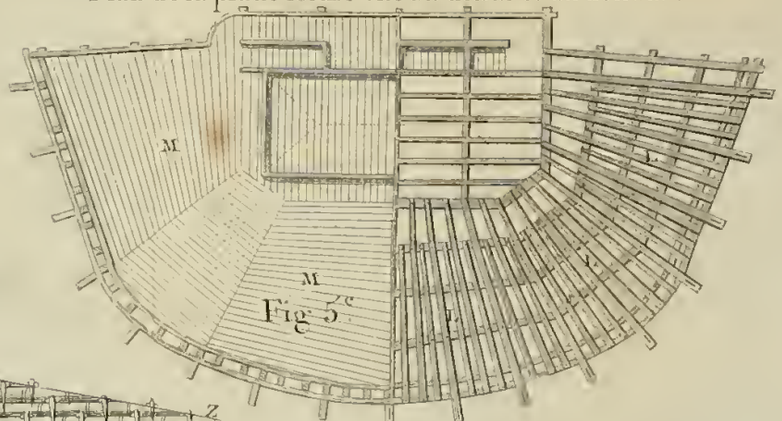
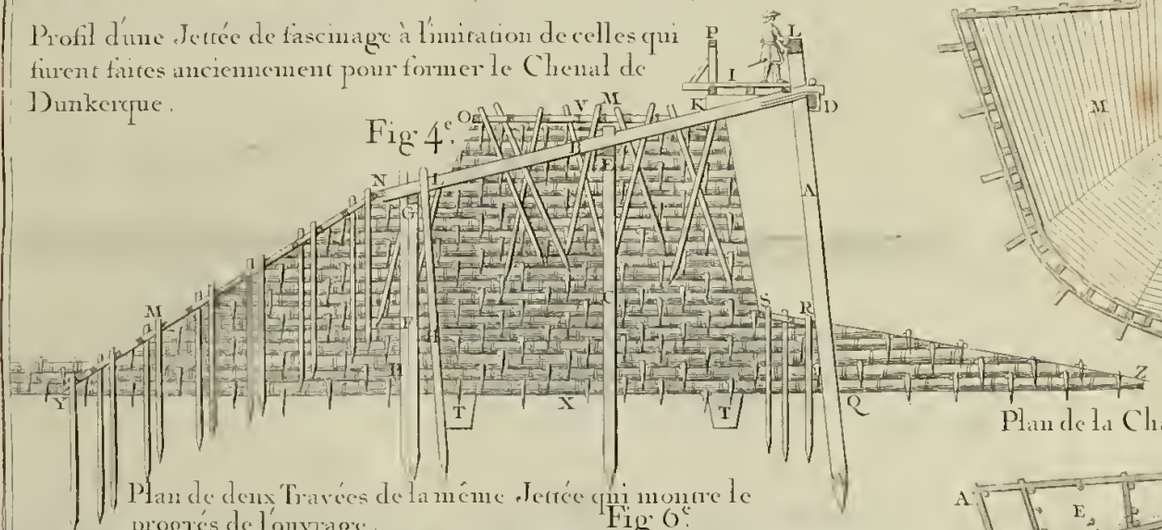


Fig 5.e

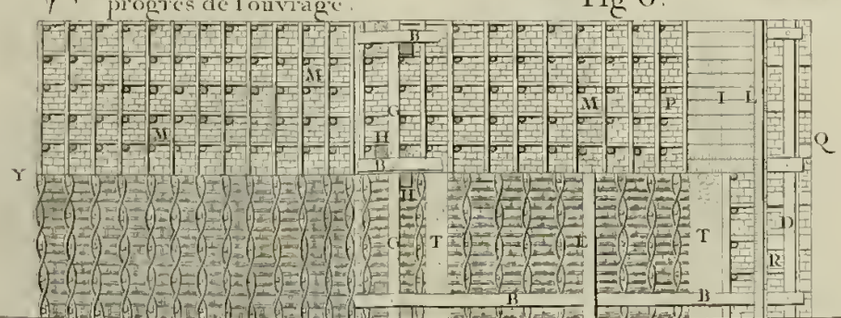
Profil d'une Jettée de fascinage à l'imitation de celles qui furent faites anciennement pour former le Chenal de Dunkerque.

Fig 4.e



Plan de deux Travées de la même Jettée qui montre le progrés de l'ouvrage.

Fig 6.e



Plan de la Charpente au dessus du dernier lit de fascinage.

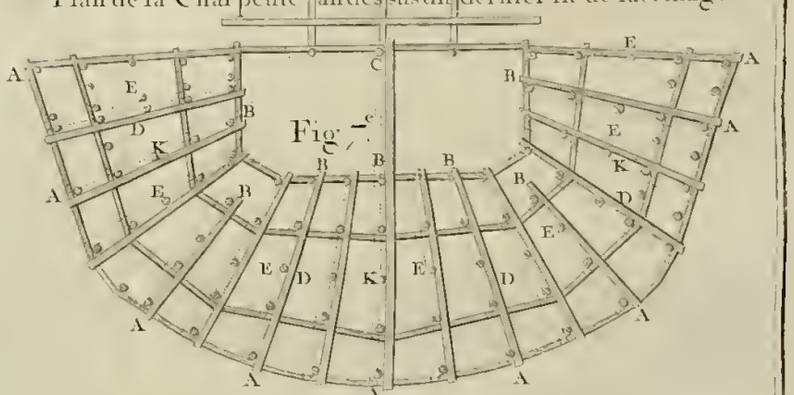
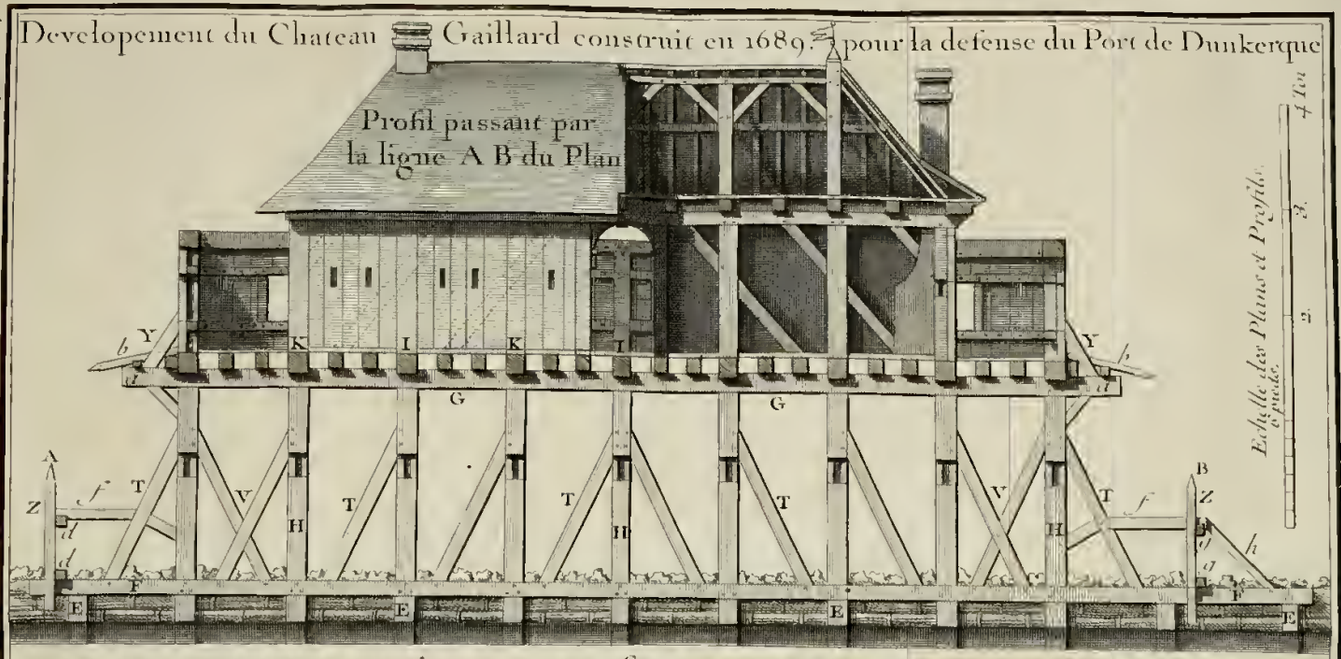
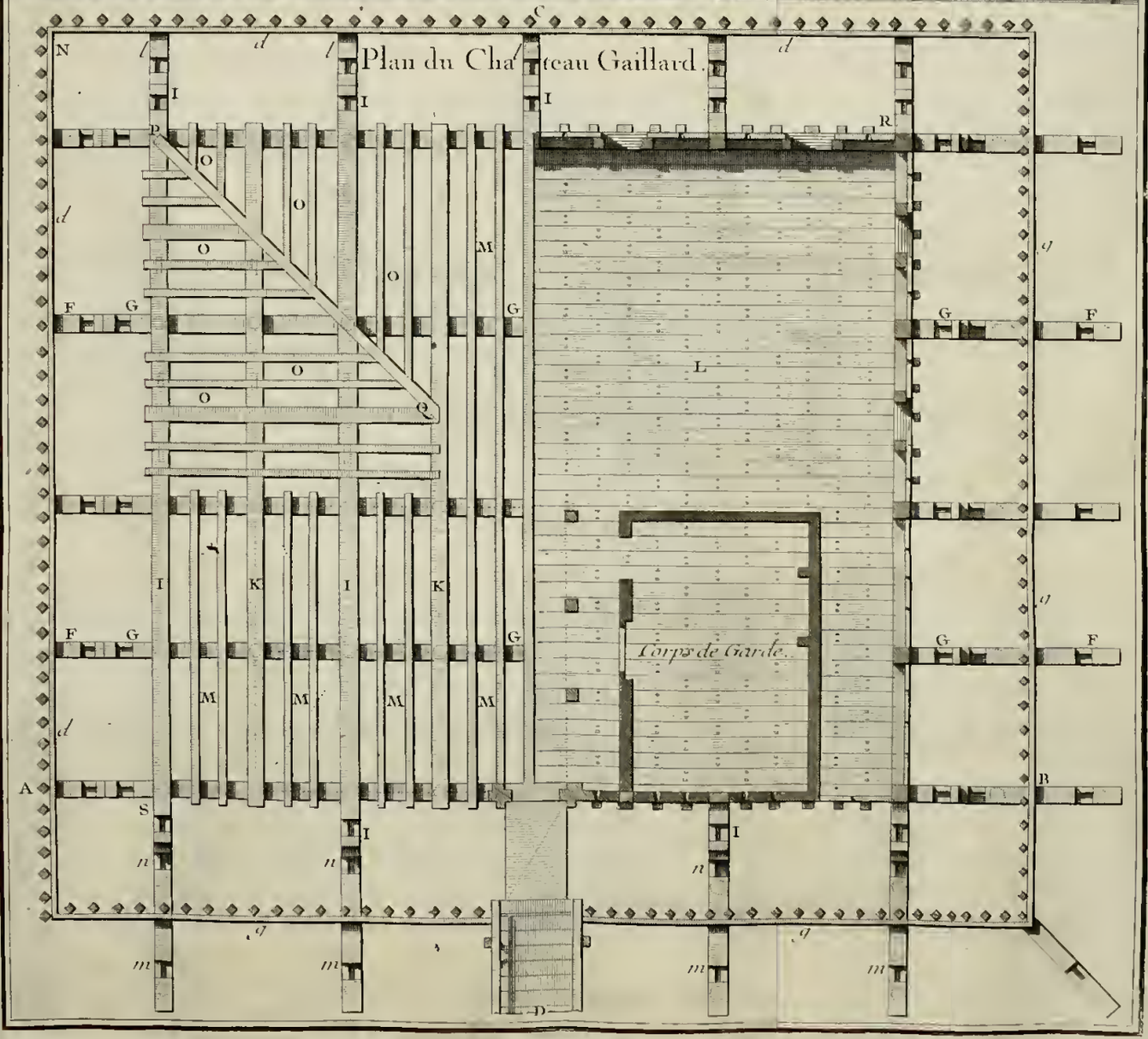


Fig 7.e

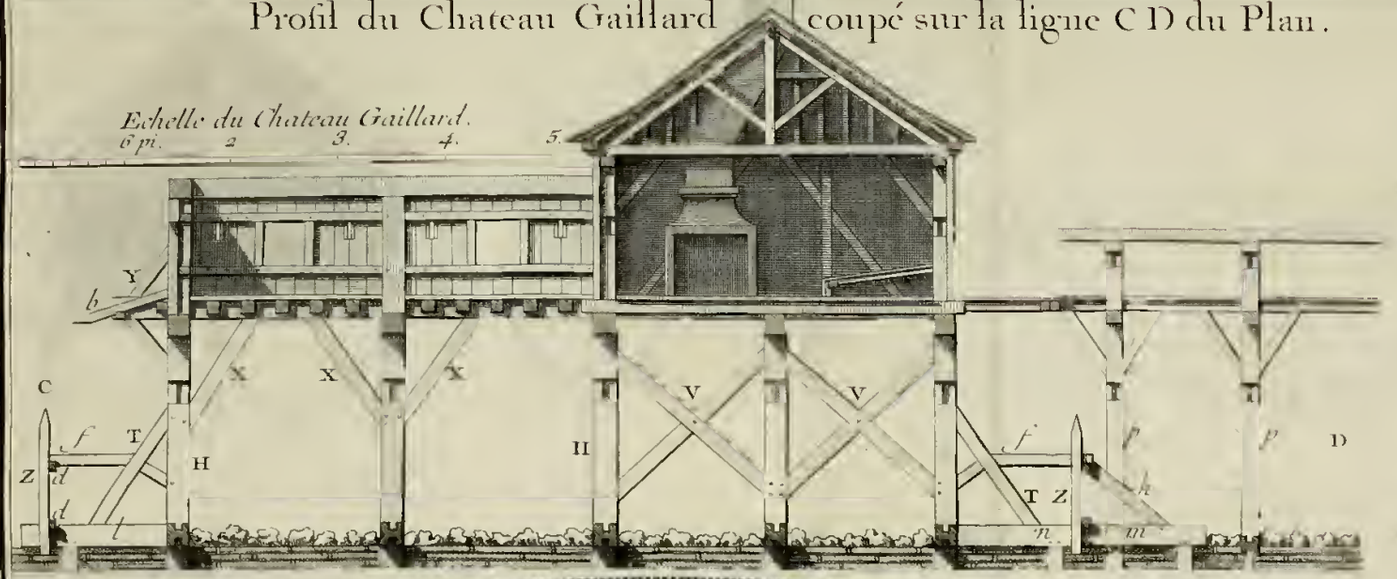
N.o 6.

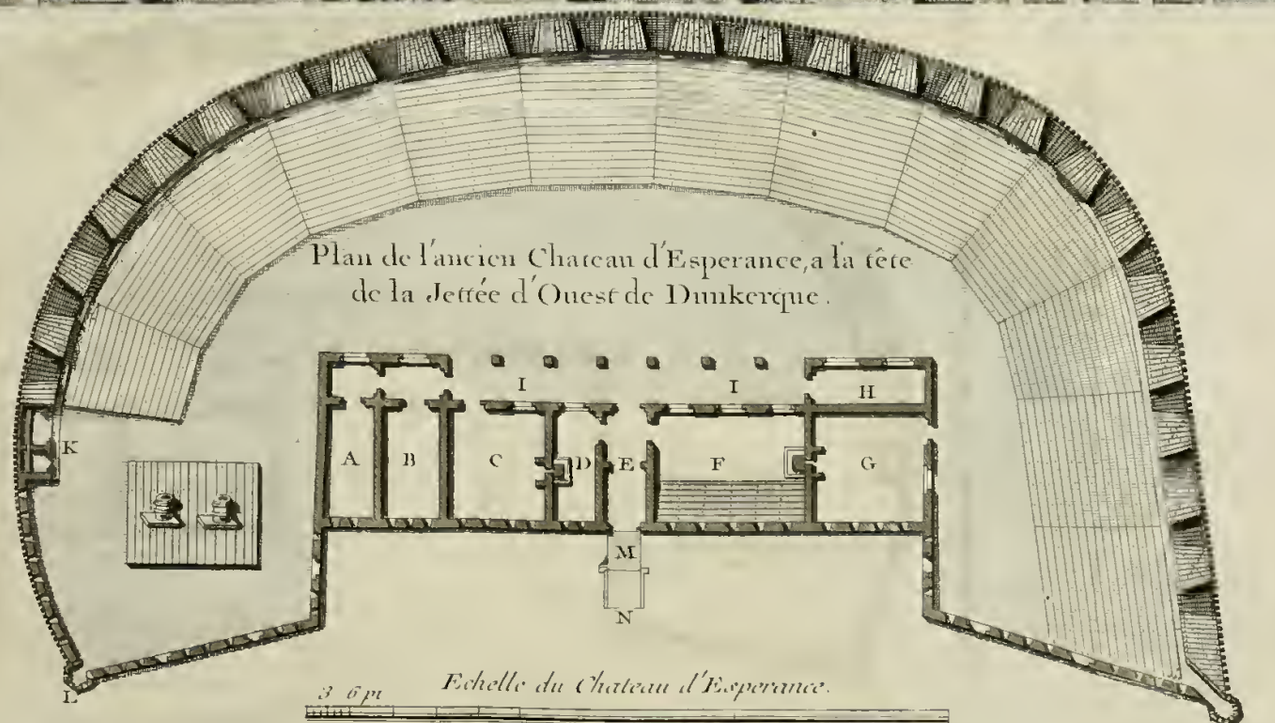
Developement du Chateau Gaillard construit en 1689. pour la defense du Port de Dunkerque

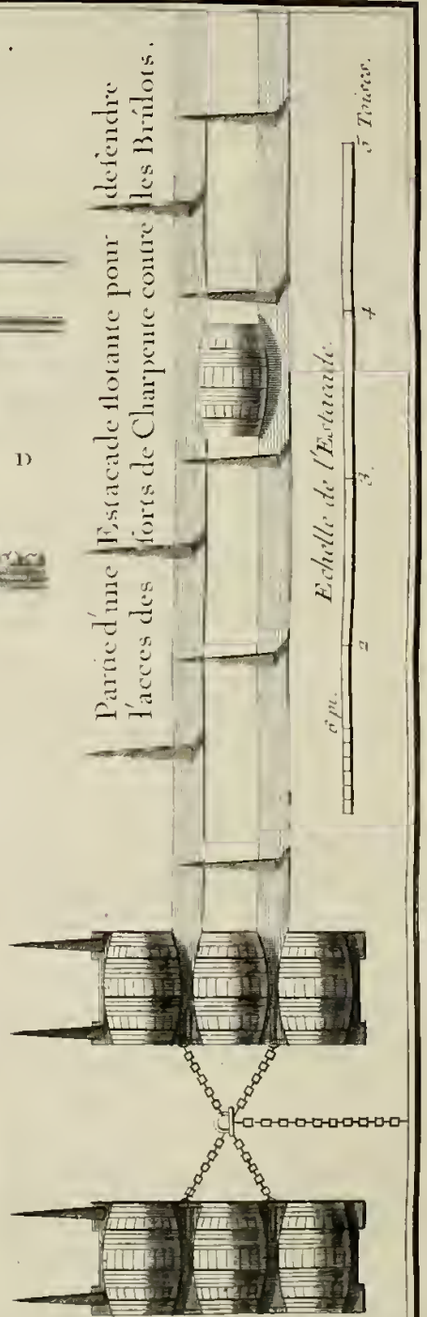




Profil du Chateau Gaillard coupé sur la ligne C D du Plan.







N.o 8.

Tome II.

Planche IX. Page 104

Dévelopement d'un Fort de Charpente construit à la Mer pour la deffense d'un Port.

Figure I.ere

Plan et profil d'un fanal propre a construire dans les Rochers ou autres endroits pour eclairer les vaisseaux

Fig 2.e

Plan de la platte forme.

Fig 3.e

Plan du second etage

Fig 4.e

Plan du rez de chaussée qui peut servir de magazin pour mettre des munitions

escalier

Plan à vue d'Oiseau.

Echelle du Fanal

Echelle du Fort de charpente

Elevation du fort de Charpente

Profil coupé sur la largeur A. B

niveau de pleine mer de morte eau.

niveau des grandes marées des vives eaux des Equinoxes

niveau de basse mer de morte eau

niveau de basse mer de vive eau

nage, comme on a fait à Dunkerque, la hauteur de ce coffre doit être à la largeur de ſa baſe dans la raiſon de 7 à 9; par conſéquent ſi cette hauteur devoit être de 17 pieds, il faudroit que la largeur de ſa baſe fût à peu près de 24.

Voulant régler le talud des faces de maniere que la lame ne les choque que le moins directement qu'il eſt poſſible, ſans trop affoiblir l'épaiſſeur du ſommet des coffres, il faut que leur hauteur ſoit à leur talud, comme 7 eſt à 3; d'où il ſuit que ſi cette hauteur étoit de 17 pieds, il faudroit que le talud eût environ 7 pieds 4 pouces.

Quant à la charpente qui compoſe ces coffres, il ſera aiſé d'en juger, en conſidérant les développemens d'une travée, rapportée ſur la planche X, dont on ne peut manquer de ſaiſir l'objet, puiſqu'indépendamment du profil relatif au plan & à l'élévation de cette travée, nous en avons détaché les pieces principales, repréſentées en perſpective, afin de montrer de quelle maniere elles doivent être taillées pour former un bon aſſemblage, ce qui facilitera beaucoup l'intelligence de ce qui ſuit. Pl. X.

735. La partie inférieure des jettées de faſcinage faites en premier lieu à Dunkerque, ayant ſervi de baſe à celle qu'on a élevée, la hauteur des fermes de charpente qui en compoſerent les travées fut proportionnée à celle de leur ſocle, qu'on détermina en démoliſſant la partie ſupérieure du corps de faſcinage juſqu'à 3 pieds au-deſſous de la haute mer des mortes eaux ordinaires; c'eſt-à-dire que le reſte fut conſervé avec les risbermes. Les faſcines du fond avoient alors acquis par leur affaiſſement & le ſable qui s'y étoit introduit, autant de fermeté qu'il en falloit pour réſiſter au poids des pierres dont les coffres devoient être remplis, d'autant mieux que la quantité de pilots qu'on y enfonça contribua encore à les reſſerrer davantage.

Diſpoſition qu'on donne aux pilots ſervant à ſouëes nir les travet- dont les jr-e tées de cha pente ſont compoſées.t

736. Les alignemens TV (fig. 11) de la baſe des coffres ayant été tracés par deux lignes paralleles à 20 pieds d'intervalle, on a commencé à planter les pilots X, enſorte que leur centre répondît aux mêmes alignemens, à 32 pouces de diſtance, & dans une oppoſition parfaitement directe; j'entends que ceux d'une file ſe trouvoient exactement vis-à-vis de ceux de l'autre, comme on les voit repréſentés dans la figure quatrieme.

Ces pilots ayant enſuite été récépés à la même hauteur, on

Pl. X.

y a fait un tenon pour recevoir de part & d'autre un cours de *longrines* B bien liées enſemble, comme il ſera expliqué dans le devis.

Tandis que l'on travailloit à ce que je viens d'expoſer, on enfonça auſſi d'autres rangées A, compoſées chacune de 5 pilots poſés à égale diſtance dans l'intervalle de ceux d'alignement X; ces rangées étoient répétées de 8 en 8 pieds, qui eſt la largeur qu'avoit chaque travée, afin d'en ſoutenir les fermes, ayant pour baſe la *traverſine* C encaſtrée ſur les longrines B & liée à tenons & mortoiſes avec les pilots précédens. Pour plus de ſolidité, ces traverſines furent encore contenues à chaque extrêmité par deux pilots Q liés avec un boulon, comme on le voit plus diſtinctement au plan, où l'on apperçoit encore la tête d'un troiſieme pilot Y, compris entre ceux-ci; mais il paroît qu'on pouvoit s'en paſſer.

Explication des pieces de charpente qui entrent dans la compoſition d'une travée, pour en faire voir l'aſſemblage.

737. Sur une traverſine furent élevés dans le milieu le petit *montant* inférieur H & les croix de S. André F formées par des entailles faites au quart de l'épaiſſeur du bois, comme la figure 10 le repréſente; toutes ces pieces ſervant à ſoutenir le *bau* du milieu D, ſur lequel on a élevé le ſecond montant H, pour porter le bau ſupérieur E qui fut enſuite embraſſé de droite & de gauche, de même que celui du milieu D, la traverſine C & les extrêmités des bracons G, par deux poteaux d'aſſemblage I taillés pour cela, comme on les voit repréſentés vus ſéparés dans la cinquieme figure, & accolés dans la huitieme. Au ſurplus, on y remarquera les mortoiſes K, ſervant à recevoir les tenons des entretoiſes, repréſentés par la fig. 2, deſtinés à lier les fermes enſemble & à ſoutenir le *bordage* M, qui compoſe la ſurface des coffres. Ce bordage a eté encaſtré par le pied dans une rainure pratiquée le long des longrines B, comme on le voit par le bout qu'exprime la figure 12, qui montre auſſi de quelle maniere les extrêmités *a* de ces longrines doivent être taillées pour ſe lier réciproquement. Enfin la figure 13 montre comme les poteaux d'aſſemblage I aboutiſſent par en bas dans la même rainure, & embraſſent la traverſine C, ce qui ne laiſſe, à ce que je crois, rien à deſirer pour l'intelligence de la façon dont cette charpente doit être travaillée, & pour donner en même tems un exemple de l'art de repréſenter ſenſiblement les choſes de cette eſpece.

Quant à la partie ſupérieure du bordage, elle eſt coëffée d'un chaperon N, moyennant une rainure pratiquée dans ſa baſe.

(figure 1), où ſe logent auſſi les tenons *b* des montans précédens : & pour fixer ſolidement ce bordage, on a appliqué deſſus trois cours de *ventrieres* L, diſtinctement repréſentés par la figure 17, de même que les autres pieces vues extérieurement ; ainſi je ne m'y arrête pas davantage, non plus qu'aux dimenſions des pieces qui entrent dans la compoſition d'une travée, puiſqu'on les trouve détaillés dans l'article ſuivant, ainſi que dans le devis par lequel ce chapitre eſt terminé. Cependant ayant voulu expoſer dans un plus grand jour tout ce qui appartient aux jettées dont nous parlons, j'en rapporte encore une autre ſur la planche XI. On y remarquera qu'indépendamment des entretoiſes & des ventrieres, les travées ſont encore liées enſemble par des liſſes A, B, C ; la premiere, qui paroît aſſez inutile, eſt poſée ſur les traverſines ; la ſeconde ſur le bau du milieu, & la troiſieme ſur le ſupérieur. On y voit auſſi ce qui appartient à la charpente dont on accompagne chaque jettée pour les préſerver du choc des vaiſſeaux, & en faciliter le halage ; c'eſt pourquoi l'on y fait un pont, comme on l'a vu dans le chapitre précédent, avec cette différence, qu'il eſt porté de 30 pieds en avant dans le chenal, pour mieux garantir le corps des jettées, & en aſſurer le pied, ce que l'on pratique auſſi de l'autre côté par de ſimples pilots de garde. J'ajouterai que de diſtance en diſtance, on fait d'autres petits ponts pour communiquer du précédent avec celui que forme le ſommet des jettées.

Pl. X.

Pl. XI.

738. Ayant dit dans le chapiire précédent qu'il falloit augmenter la hauteur des jettées, à meſure qu'elles étoient prolongées plus avant dans la mer, c'eſt une néceſſité d'en multiplier la charpente ; ce que l'on fait par une répétition de baux & de croix de S. André, comme le montre la figure premiere de la planche XVI. Alors pour rendre les fermes plus ſolides, & ne pas tant répéter les montans du milieu, l'on embraſſe les baux par deux moiſes H, chacune de 9 à 10 pouces d'équariſſage, repréſentés par la figure Z ; à cela près, le reſte eſt la même choſe que ce qui précede. On ſaura que c'eſt à ce profil que je me ſuis principalement arrêté pour déterminer les regles que j'ai rapportées dans l'article 734, c'eſt pourquoi voici les dimenſions de ſa charpente, quoiqu'elles ſoient à peu près les mêmes que celles dont il eſt parlé dans le devis.

Autre maniere de compoſer les fermes pour les jettées de charpente, quand elles ont plus de hauteur que la précedente Pl. XVI.

A, pilots dont la longueur eſt indéterminée, étant aſſujettie au terrein, & dont l'épaiſſeur eſt de 9 à 10 pouces. B, longrines ayant chacune au moins 24 pieds de longueur ſur 13 & 14

pouces d'épaiſſeur. C, traverſine, ou premier bau, longueur 26 pieds, épaiſſeur 12 & 13 pouces. D, deuxieme bau, longueur 21 pieds, épaiſſeur 12 & 13 pouces. E, troiſieme bau, longueur 16 ½ pieds, épaiſſeur 12 & 12 pouces. F, quatrieme & dernier bau, longueur 12 pieds, épaiſſeur 11 & 11 pouces. G, poteaux d'aſſemblage, longueur chacun 19 pieds, épaiſſeur 10 & 11 pouces. H, moiſes ou montans du milieu, longueur 17 ½ pieds, épaiſſeur 9 & 10 pouces. I, entretoiſes, longueur chacune 7 ½ pieds, épaiſſeur 6 & 9 pouces. K, ventrieres du côté du canal, longueur chaque piece au moins 24 pieds, épaiſſeur 6 & 9 pouces. L, ventrieres du côté de la mer, longueur chaque piece au moins 24 pieds, épaiſſeur 7 & 10 pouces. M, croix de S. André, longueur ſuivant le profil, épaiſſeur 7 & 8 pouces. N, eſſeliers, longueur chacun 4 pieds, épaiſſeur 8 & 10 pouces. O, bordages des côtés, longueur chacun 19 pieds, épaiſſeur 4 pouces. P, plancher du pont en haut, longueur de chaque planche 24 pieds, épaiſſeur 3 pouces. Q, ventrieres baſſes, longueur de chaque piece au moins 24 pieds, épaiſſeur 8 & 10 pouces. S, chaperons, longueur de chaque piece au moins 24 pieds, épaiſſeur 8 & 10 pouces.

Pl. XVI. fig. 1.

Examen de la méchanique qui regne dans la charpente des profils précédens.

739. Je n'entre point dans le détail de la méchanique qui regne dans la charpente des trois profils précédens, étant aiſé d'en juger. Pour peu qu'on les examine avec attention, on verra que la principale choſe que l'on s'y eſt propoſée, eſt d'aſſurer les deux côtés d'une jettée de maniere à recevoir, ſans dommage, les efforts des vagues qui viennent s'y briſer; c'eſt pourquoi on leur donne, comme nous l'avons déja dit, beaucoup de talud, afin que ces vagues ne les heurtent qu'obliquement. Comme celui qui regarde la mer y eſt beaucoup plus expoſé que l'autre, il y a des ingénieurs qui rendent le talud du premier encore plus ſenſible que celui du ſecond, comme cela ſe rencontre au profil de la premiere jettée (Pl. X.).

Les pieces qui contribuent le plus à la ſolidité des jettées de charpente ſont les baux, parce qu'ils arcboutent les poteaux par les épaulemens qui naiſſent des queues d'hironde des encaſtremens, & qui ſervent auſſi de tirans aux fermes.

Les ventrieres & les liſſes produiſent de même un très-bon effet, empêchant, autant qu'il eſt poſſible, le mouvement des jettées, lorſqu'elles ſont travaillées par un gros tems; encore les liſſes ne doivent-elles s'employer que quand les fermes ont beaucoup de hauteur, autrement on peut s'en paſſer. A l'égard

des autres pieces, excepté les bracons & la branche des croix de S. André répondant à la mer, & qui donnent des points d'appui, la plupart des autres, quoique néceſſaires, ne contribuent que foiblement à la réſiſtance du tout. Leur répétition peut même devenir plus nuiſible qu'avantageuſe, par les mortoiſes qu'elles exigent & qui occaſionnent le jeu que l'on remarque dans la charpente, lorſqu'elle eſt choquée violemment; car le frottement aggrandit ces mortoiſes d'une part, tandis que de l'autre il diminue les tenons, d'où réſulte le grand mouvement des vieilles jettées, qui en entraînent en peu de tems la ruine.

Le ſeul expédient pour empêcher ce dommage, eſt de n'employer les bois que par encaſtrement, & d'accoler les aſſemblages par des moiſes, comme nous en avons rapporté un exemple dans la figure Z de la planche XVI.

Réflexion ſur le bon emploi des bois de charpente en général.

740. Il n'eſt rien de plus important dans ce qui s'appelle conſtruction en général, que le bon emploi des bois & leur ſage économie, ſur-tout dans un tems où ils ſont devenus auſſi rares; cependant peu de perſonnes du métier s'en ſont fait une étude. Ce ſeroit rendre un ſervice des plus importans à la ſociété, ſi quelqu'un qui auroit les connoiſſances néceſſaires pour s'en bien acquitter, prenoit la peine de compoſer un bon traité de la charpente. N'eſt-on pas en droit de reprocher aux architectes, de ne s'être occupés que de la décoration, & d'avoir négligé une partie auſſi eſſentielle de leur métier, qu'ils ont abandonnée à la ſeule intelligence des ouvriers: comme s'ils avoient craint de ſe dégrader, en préférant un travail auſſi utile, aux futilités auxquelles ils ont donné le nom d'ornement.

Méthode pour former des jettées de charpente dans des endroits où la mer a beaucoup de profondeur.

741. Ce n'eſt pas toujours une néceſſité d'aſſeoir le coffre des jettées ſur un ſocle de faſcinage, dont on ne ſe ſert que pour profiter de celui que ces eſpeces de jettées forment par avance lorſque le faſcinage ſe trouve tout établi; mais quand il ne s'en rencontre pas, comme à Calais & ailleurs, & que les jettées ne doivent avoir que 15 à 20 pieds de hauteur, on établit les traverſines ſervant de baſe à chaque ferme auſſi bas que les marées peuvent le permettre, laiſſant ſeulement un intervalle entr'elle & le fond pour y piqueter quelque lit de faſcinage, deſtiné à garantir les pilots de l'agitation de l'eau. Mais ſi les coffres doivent être pouſſés au-delà de l'eſtran, où le fond de la mer ne fût jamais à ſec, & qu'on ne pût y travailler commodément, il faudroit alors enfoncer les pilots aſſez haut pour recevoir les longrines & les tra-

verſines au niveau des mortes eaux ordinaires, & remplir tout leur intervalle d'un maſſif à pierres perdues, rangées avec le plus d'attention qu'il eſt poſſible, comme on le verra quand nous parlerons de cette maniere de fonder; obſervant de les étendre aſſez loin de droite & de gauche pour former des risbermes en pente douce: alors cette maſſe ſert à ſoutenir les pierres dont les coffres ſe rempliſſent. Cette façon, quoique fort diſpendieuſe, l'eſt encore moins & beaucoup plus ſolide que de faire des jettées dont les coffres auroient trop de hauteur, par la difficulté preſqu'inſurmontable de les rendre capables de ſoutenir les reſſacs d'une groſſe mer, ce qui a obligé depuis de les conſtruire en maçonnerie.

Ne voulant rien laiſſer à deſirer de tout ce qui peut faciliter l'exécution des jettées dont nous parlons, voici un devis choiſi parmi les meilleurs qui ont été dreſſés par M. Clement pour les jettées de Dunkerque, & que j'ai appliqué aux deſſeins de la travée compriſe ſur la planche X, fig. 4, 11, 17.

Devis pour la conſtruction des jettées faites en coffres de charpente remplis de pierres.

Après que l'ingénieur aura marqué par des piquets les alignemens des jettées, & qu'il en aura fixé les niveaux, l'entrepreneur obſervera de ſuivre exactement l'ordre du travail, comme il va être expliqué ci-après.

Auſſi-tôt que les marchés en ſeront conclus, il fera déblayer à ſes frais & dépens, ſuivant les alignemens donnés, tous les petits grillages, charpenteries, pierres, ſable & faſcinage des vieilles jettées, juſqu'à environ 3 pieds au-deſſous des communes pleines mers des mortes eaux.

Inſtruction ſur la maniere d'établir la baſe des jettées de charpente.

Pl. X. fig. 4.

742. Les déblais étant faits & arraſés bien de niveau, l'entrepreneur fera monter deux ſonnettes, dont les moutons peſeront chacun huit à neuf cent livres, pour frapper les pilots X & A.

Ces pilots auront 9 & 10 pouces de groſſeur réduite, & ſeront enfoncés au refus du mouton en préſence d'un ingénieur, qui ne les tiendra bien battus, qu'ils n'aient ſouffert trois volées de trente coups chacune ſans enfoncer aucunement; & en cas que les ouvriers en aient frappé hors d'alignement, & qu'ils ne puiſſent ſervir à poſer les longrines & traverſines, ils ne ſeront point comptés à l'entrepreneur qui ſera obligé d'en refrapper d'autres, conformément au plan.

Les pilots étant enfoncés & récépés à la hauteur convenable, on poſera à tenons & mortoiſes, dans des alignemens bien droits, paralleles & de niveau, les longrines feuillées B, dont la groſſeur ſera de 13 & 14 pouces d'équariſſage, obſervant que leurs joints ne ſe rencontrent jamais vis-à-vis les uns des autres; leur longueur ſera au moins de 24 pieds, & elles ſeront aſſemblées par des joints à crochet de 2 à 3 pieds de longueur. Ces longrines ſeront à rainure de 3 pouces & demi de largeur ſur 4 de profondeur, pour y recevoir les bordages de côté.

Dimenſion & façon des pieces qui entrent dans la compoſition des jettées de charpente. Pl. X.

743. Au-deſſus des longrines, on poſera de 8 en 8 pieds des traverſines C de 24 pieds de longueur au moins, ſur 12 & 13 pouces de groſſeur, leurs abouts travaillés à queue d'hironde, encaſtrés de 2 à 3 pouces ſur les longrines, obſervant qu'elles portent à plomb, & qu'elles ſoient bien aſſemblées à tenons & mortoiſes ſur les pilots. Le bau du milieu D aura 12 & 12 pouces de groſſeur, ſa longueur proportionnée au profil.

L'autre bau ſupérieur E aura 11 & 12 pouces d'équariſſage, leurs abouts ſeront travaillés à queue d'hironde dans les poteaux montans I, & excéderont de 13 à 14 pouces les paremens des jettées. Les gorges des queues d'hironde auront 6 $\frac{1}{2}$ pouces dans leur plus étroit, revenant à 8 pouces & demi au plus large.

Les croix de S. André F auront 7 & 9 pouces d'équariſſage, travaillées à tenons & mortoiſes, avec embrevement dans les baux, obſervant de ne les point entailler moitié par moitié, mais de donner ſeulement à chacune de leurs branches un pouce & demi ou deux d'entaille, leurs longueurs réglées comme elles le ſont au profil.

Les petits bracons ou eſſeliers C auront auſſi 7 & 9 pouces, leurs abouts d'en haut travaillés à queue d'hironde entre les deux poteaux montans, & ceux d'en bas à tenons & mortoiſes, avec renfort & embrevement d'un pouce ſur le bau.

Les petits poteaux montans H auront 9 & 10 pouces de groſſeur, poſés bien à plomb l'un ſur l'autre, travaillés à tenons & mortoiſes, avec embrevement d'un demi pouce dans les baux.

Les quatre poteaux I d'aſſemblage d'une travée auront 10 & 11 pouces d'équariſſage, poſés à tenons & mortoiſes, avec embrevement ſur les traverſines C, bien accolées les unes contre les autres, comme ils ſont repréſentés par la figure 8.

Pl. X. Les entretoiſes K, tant du côté de la mer que du côté du canal, auront 7 & 9 pouces d'équariſſage; les uns & les autres travaillés à tenons & mortoiſes, avec renfort & embrevement d'un pouce dans les poteaux d'aſſemblage.

Les ventrieres L (fig. 13) auront 7 & 11 pouces d'équariſſage; chaque piece des mêmes ventrieres ne pourra avoir moins de 24 pieds de longueur, leurs joints ſeront faits à crochet de 12 à 15 pouces de long, & ne ſe rencontreront point les uns ſur les autres; ils ſeront bien poſés de niveau vis-à-vis les entretoiſes, & accolés très-juſte ſur les bordages, enſorte qu'il ne reſte aucun vuide au-deſſous.

Les bordages M des côtés ſeront tous d'une ſeule piece en longueur, & auront 4 pouces d'épaiſſeur, bien jointifs, ſans défaut de bois, la largeur deſquels ne pourra être moindre de 8 pouces.

Ces bordages & poteaux ſeront recouverts par une liſſe ou chaperon N (figure 1) de 9 & 11 pouces d'équariſſage, travaillé à tenons & mortoiſes ſur la tête des mêmes poteaux & bordages, & arrêté à chaque travée par un ou deux étriers de fer, pour empêcher qu'il ne ſoit enlevé par les reſſacs de la mer.

Pl. X. *Obſervation ſur les tenons, mortoiſes, renforts, embrevemens & autres entailles eſſentielles à la ſolidité de l'ouvrage.*

744. Tous les tenons ſeront de jauge aux mortoiſes & proportionnés à la groſſeur des bois; ſavoir, les tenons des pilots ſur leſquels poſeront les longrines & traverſines, auront 3 pouces d'épaiſſeur ſur 5 à 6 de longueur. Ceux des poteaux montans & d'aſſemblage, croix de S. André, bracons, entretoiſes & potelets, auront 2 pouces & demi d'épaiſſeur, ſur 5 de longueur, non compris leurs embrevemens.

Les renforts & embrevemens ſeront d'un pouce de hauteur, à joints recouverts, ſuivant les beſoins & dans les défauts des bois. Tous ces aſſemblages ſeront faits par des ouvriers intelligens, conduits par un bon maître charpentier, établi aux dépens de l'entrepreneur pour inſpecteur du travail; & en cas qu'il n'en mette pas un aſſez expérimenté, il ſera permis à l'ingénieur-directeur d'y en commettre un de ſon choix, aux frais du même entrepreneur; lequel maître charpentier ou inſpecteur ſera tenu d'être toujours préſent aux main-d'œuvres des jettées, afin qu'il en puiſſe rendre un bon compte à l'ingénieur, lorſqu'il paſſera ſur l'ouvrage, & recevoir ſes ordres ſur la maniere du travail.

Outre le contenu & le détail ci-deſſus, & pour plus d'intelligence,

ligence, les proportions de tous les bois qui doivent être employés dans les jettées ſeront cottées & chiffrées ſur les deſſeins qu'on remettra entre les mains de l'entrepreneur buſ's'appliquera uniquement à ſuivre toutes les proportions, tant pour la longueur des bois que pour leur groſſeur à vive-arrête, & pour tous les pilots, auxquels il ne pourra apporter aucun changement, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, à moins qu'il ne ſoit jugé néceſſaire par le directeur des fortifications, auquel cas l'entrepreneur s'y conformera abſolument, ſur-tout lorſque ces changemens ſe feront pour plus de ſolidité.

Détail au ſujet des ferrures ſervant à fortifier l'aſſemblage des jettées de charpente.

745. Toutes les ferrures ſeront peſées en préſence d'un ingénieur qui en tiendra un compte ou journal, & l'entrepreneur ſera obligé de les faire mettre en œuvre à ſes dépens, ces ferrures ne pouvant être reçues qu'après être employées. Les abouts des traverſines ſeront chevillés ſur les longrines par un boulon de fer ébarbé de 12 à 15 lignes en quarré, & de 14 à 16 pouces de longueur, dont la tête ſera refoulée.

Les abouts des baux & traverſines ſeront auſſi chevillés aux poteaux d'aſſemblage avec des boulons de fer de 12 à 15 lignes de groſſeur, d'une longueur proportionnée aux épaiſſeurs des bois, & à tête refoulée, de maniere qu'ils puiſſent être arrêtés avec viroles & clavettes.

Les branches des croix de S. André, de même que les bracons & entretoiſes, ſeront jointes par des chevilles de 10 à 12 lignes de groſſeur, goupillées; les liſſes ou chaperons ſeront liés ſur chacun des poteaux montans par un étrier de fer peſant 10 à 12 livres.

S'il étoit néceſſaire de mettre des goujons aux deux extrêmités de chaque bordage pour les maintenir aux chaperons & aux longrines, l'entrepreneur y ſera obligé.

Les ſix ventrieres des côtés ſeront attachées à chaque bordage par une cheville d'un pouce quarré, traverſant les entretoiſes & poteaux montans, arrêtée intérieurement avec viroles & clavettes.

Les tenons de tous les pilots, croix de S. André, bracons, poteaux & montans, ſeront arrêtés dans leurs mortoiſes par un ou deux goujons de fer de 8 à 10 lignes de diametre.

En cas qu'il ſoit néceſſaire de chauſſer les pilots d'un ſabot de fer pour pénétrer plus facilement l'épaiſſeur des faſcinages, l'entrepreneur y ſera obligé, & ces ſabots ne pourront peſer plus de 12 à 15 liv.

La longueur de toutes les chevilles & cloux ébarbés ſera proportionnée aux épaiſſeurs des bois, de maniere qu'il ne puiſſe y avoir place que pour une virole à chaque clavette.

Tous les cloux, chevilles & boulons de fer, employés aux jettées, ſeront forgés à groſſe tête & bien battus & corroyés, enſorte que les ferrures ne ſoient point brûlées ni défectueuſes: chaque piece ſera travaillée ſuivant l'endroit où elle devra être employée, & de la maniere qui ſera expliquée à l'entrepreneur, qui ne pourra livrer aucun fer qu'après en avoir fait les épreuves, & qu'il l'aura fait examiner en préſence de l'ingénieur, par des maîtres maréchaux déſintéreſſés.

S'il étoit néceſſaire d'ajouter quelques ferrures, ſoit clouteries, chevilles, étriers, ancres ou tirans, comme il conviendra, l'entrepreneur y ſera obligé ſur le pied de ſon marché.

Maniere d'employer la pierre dont les coffres des jettées doivent être remplis.

746. Toute la charpente des jettées étant poſée & les ferrures en œuvre bien goupillées, les coffres ſeront promptement remplis de pierres les plus dures qui ſe trouveront, dont la moindre aura 5 à 6 pouces ſur chaque face, arrangées proprement, & poſées par main de maître maçon, comme une maçonnerie à ſec, depuis le deſſus des longrines feuillées juſqu'au-deſſous du dernier bau; enſuite on étendra deſſus un lit de 5 à 6 pouces de gros galets pour remplir tous les joints & les vuides qui pourroient ſe rencontrer dans l'arrangement de ces pierres; & en cas qu'il reſte quelque vuide, ou que l'entrepreneur n'apporte pas tout le ſoin que cet ouvrage exigera, ſoit dans la fourniture des pierres ou dans leur emploi, il y ſera travaillé à ſes frais & dépens.

Les pierres ſeront toiſées dans les coffres des jettées, & meſurées depuis le deſſus de la longrine feuillée juſqu'au-deſſous du dernier bau, après avoir établi un lit de faſcinage dans le fond des jettées, arrangé & ſerré du pied juſqu'à la hauteur des traverſines baſſes.

L'entrepreneur des fournitures & miſes en œuvre des pierres ne pourra rien eſpérer pour leur affaiſſement, elles ſeront toiſées entre les bordages des côtés intérieurs, ſans faire de déduction pour tous les bois qui ſe trouveront enfermés dans les coffres qui ſeront meſurés pleins, eu égard aux ſujétions que demande leur arrangement.

Détail ſur le faſcinage qui entre dans la compoſition

747. Le fond de tous les coffres de charpente ſera rempli de faſcines arrangées à la main les plus ſerrées qu'il ſera poſſible, depuis l'ancien faſcinage juſqu'au-deſſus de la longrine feuil-

lée, & auſſi-tôt on les chargera de pierres dans toute l'étendue de leur ſuperficie, aux frais & dépens de l'entrepreneur des faſcinages, qui ſera obligé de les aller chercher aux endroits qui conviendront le mieux pour ſon ouvrage. *des jettées de charpente.*

Les faſcines ſeront plates, ayant à leurs extrêmités deux gros brins ou bâtons d'un pouce un quart au moins de diametre, & d'environ 8 pieds de longueur.

Ces faſcines auront 23 à 24 pouces de circonférence, meſurée au premier hart, lequel les liera à 5 ou 6 pieces au-deſſous du gros bout, bien ſerré, enſorte qu'il n'y puiſſe reſter aucun vuide, les autres harts poſés à deux pieds d'intervalle, toujours ſerrés autant qu'il ſe pourra; chacune de ces faſcines ne pourra avoir moins de 7 pieds de long, & ſera compoſée de toute ſorte de petits bois de 5 à 6 ans de coupe.

S'il eſt néceſſaire de rétablir les bermes de faſcinage au pied des jettées, le même entrepreneur y ſera obligé ſur le pied de ſon marché, & ſe conformera aux alignemens, pentes & niveaux qui lui ſeront donnés. Il fournira pour cela les faſcines, piquets & verges qu'on y employera.

L'ouvrage pour le rétabliſſement de ces risbermes ſera fait & conſtruit comme il ſe pratique ordinairement, & l'entrepreneur ne pourra rien eſpérer pour aucun déblai ni épuiſement d'eau, & ſera tenu de bien faire paver de pierres debout & de champ les mêmes risbermes, par de bons maîtres paveurs, enſorte que ces pierres ne puiſſent être ébranlées par les coups de mer.

748. L'entrepreneur ſera obligé de ſe conformer entiérement au contenu de ce devis, & de ſuivre avec exactitude tous les alignemens & niveaux qui auront été marqués, de même que les plans, profils & élévations qui lui ſeront remis entre les mains, ſignés du directeur des fortifications; s'il y manquoit en excédant les proportions des bois, tant pour les aſſemblages que pour les pilots, il ne lui ſera point tenu compte du ſuperflu; au contraire s'il les emploie moindres qu'ils ne ſont expliqués, la déduction en ſera faite au toiſé, & s'il apporte quelque changement à ce qui lui eſt preſcrit, enſorte que cela puiſſe préjudicier à l'ouvrage, il ſera permis de faire remettre d'autres bois ſuivant les proportions requiſes, & de rétablir l'ouvrage en toute ſolidité, ſelon les regles ci-deſſus, à ſes frais & dépens, ſans qu'il en puiſſe prétendre aucun dédommagement. *Conditions auxquelles doit être aſſujetti l'entrepreneur chargé de l'exécution des jettées de charpente.*

Pour éviter toute difficulté, l'entrepreneur commencera à

faire conſtruire une ou deux travées des jettées, qui ſerviront de modeles pour les autres, après que le directeur des fortifications les aura examinées & lui aura fait obſerver les bonnes ou mauvaiſes façons de leurs aſſemblages.

Tous les matériaux qui ſeront employés aux jettées de charpente ſeront bons, loyaux & marchands; les bois ſeront de chêne, coupés en bonne ſaiſon, tous équarris à vive-arrête dans toute leur longueur, proprement travaillés ſans aubier, vermoulures, piquures de vers, mauvais nœuds, & ſans aucuns défauts, de même que tous les autres matériaux qui y ſeront employés; & au cas qu'il s'en rencontre de mauvaiſe qualité ou de mal façonnés, quoiqu'ils ſoient mis en œuvre, l'entrepreneur ſera obligé de les changer au premier avertiſſement qui lui en ſera donné par l'ingénieur en chef, & d'en remplacer d'autres à ſes dépens, des qualités & conditions ci-devant preſcrites; faute de quoi l'ingénieur pourra les faire rétablir par tels ouvriers que bon lui ſemblera, aux frais du même entrepreneur, cependant à ſon plus grand profit.

Les pilots ſeront auſſi de chêne, bien aiguiſés & blanbottés légérement à la hache ſur les quatre faces, & toiſés circulairement avec un cordeau, pour être réduits au quarré pour le ſolivage.

L'entrepreneur pourra employer des bois d'orme au défaut de chêne pour les deux longrines feuillées ſeulement, eu égard à l'uſage auquel elles ſont deſtinées, ce bois étant moins ſujet à ſe fendre que celui de chêne, par la quantité des mortoiſes & des feuillures qu'il faudra y faire pour le poſage des madriers de côté; mais en cas que l'entrepreneur emploie des bois d'orme pour les longrines, chaque piece n'aura pas moins de 24 à 25 pieds de longueur, & ſera travaillée comme il a été expliqué.

S'il étoit jugé néceſſaire de faire quelque changement aux jettées de charpente, l'entrepreneur y ſera obligé & ne pourra prétendre autres prix que ceux qui lui ſeront alloués par ſon marché pour chaque eſpece de matériaux qui ſeront d'augmentation. Si le mauvais tems de la mer faiſoit quelque déſordre à ces jettées en les conſtruiſant, l'entrepreneur ſera tenu de les rétablir à ſes frais & dépens; mais s'il arrive que la mer en démoliſſe quelques travées, après avoir été miſes dans leur perfection & entiérement remplies de pierres, l'entrepreneur en ſera déchargé, & elles ſeront rétablies aux frais de Sa Majeſté.

L'entrepreneur acceptant les conditions énoncées au préſent

devis, ſera obligé à toutes ſortes de main-d'œuvres par bons ouvriers & entendus, comme à toutes fournitures de matériaux, toutes ſortes de déblais, outils, engins, cordages, hourdages, uſtenciles, machines, épuiſemens d'eau lorſqu'il en ſera néceſſaire, bateaux, charriots & généralement à tout ce qui conviendra pour l'exécution de ſon entrepriſe, ſans qu'il puiſſe prétendre autres prix que ceux qui lui ſeront accordés par ſon marché.

Tout ce qui eſt dit dans le préſent devis parlant de l'entrepreneur, ſera entendu pour tous les entrepreneurs chacun en particulier, ſuppoſé que l'ouvrage ne ſoit pas adjugé à un ſeul, & les difficultés qui pourroient ſurvenir entr'eux dans le cours du travail ou après ſon achevement, ſeront terminées abſolument ſans aucune oppoſition de la part des entrepreneurs par le directeur des fortifications.

Eſtimation de la quantité de charpente, ferrures, pierres & faſcines qui entrent dans une travée des mêmes jettées.

749. J'ajouterai, en finiſſant ce chapitre, que dans la compoſition d'une travée conforme aux deſſeins & devis précédens, il entre cent trente-deux ſolives de charpente, neuf cent livres de fer, quatre toiſes cubes de faſcinage, tant dans l'intérieur de chaque travée que pour les risbermes, ſix toiſes cubes de pierres, & 3 pieds 9 pouces de gallet pour le rempliſſage du coffre. Si l'on attribue un prix à chacune de ces matieres ſelon le tems & le lieu, l'on aura la valeur d'une travée de 8 pieds, qui a coûté à Dunkerque en 1704, mille quatre-vingt-trois livres.

CHAPITRE VII.

De la conſtruction des jettées & digues de maçonnerie, à l'imitation de celles qui ſont exécutées à Cherbourg & à la barre de Bayonne ; ſuivie de la deſcription des pontons & radeaux dont on ſe ſert pour diriger le courant des eaux qui lâchent les écluſes deſtinées à curer les ports.

LE prix exceſſif où ſont montés les bois par leur rareté dans une partie de l'Europe, & les réparations continuelles qu'exigent les jettées de charpente qu'il faut renouveller au bout de trente ou quarante ans, parce que les dépôts du limon de la mer en occaſionnent la pourriture, à quoi ſe joignent auſſi en bien des endroits le choc & le frottement du galet qui les détruiſent à la longue, ſont autant de motifs qui déterminent aujourd'hui à prendre le parti de les conſtruire en maçonnerie, malgré les difficultés d'en aſſeoir les fondemens ; mais le chapitre précédent n'en ſera pas moins utile pour les ports qui ſont privés d'avoir de la pierre propre à bâtir dans l'eau, & qui peuvent s'en dédommager par l'abondance des bois. Cependant l'on parvient à fonder dans la mer, lorſque ce travail eſt conduit avec toute la ſageſſe qu'il demande, car il y a diverſes manieres de remplir la même fin : le point capital eſt de choiſir celle qui convient le mieux à la mer dans laquelle on doit travailler ; ce qui eſt propre pour l'Océan, ne pouvant guere avoir lieu dans la Méditerranée ; ſans parler des effets de l'une & de l'autre, eu égard à la ſituation des lieux, qui occaſionne autant de méthodes différentes, dont chacune a ſes regles établies ſur le raiſonnement & l'expérience.

Ce ſont toutes ces méthodes que je me propoſe d'enſeigner avec d'autant plus de ſoin, qu'un ſujet ſi important n'a pas encore été traité, parce que pour s'en bien acquitter, il falloit s'appuyer ſur ce qui a été exécuté de mieux, & qu'on ne pouvoit en avoir une parfaite connoiſſance que de ceux même à qui le ſuccès en eſt dû ; c'eſt à quoi je ſuis parvenu, comme l'on en va juger, en expliquant ce qui a été ſuivi en dernier lieu à

Cherbourg & à Bayonne, & qui peut s'appliquer principalement aux travaux faits dans l'Océan, après quoi l'on trouvera dans les chapitres IX, X & XI, ce qui convient particuliérement à la Méditerranée.

SECTION PREMIERE.

Où l'on enſeigne de quelle maniere ont été conſtruites les jettées faites au port de Cherbourg.

Maximes ſur la maniere de bien établir les jettées de maçonnerie.

750. Quand on veut conſtruire des jettées de maçonnerie, il faut, avant toutes choſes, faire une juſte eſtimation de la profondeur à laquelle le chenal doit parvenir, afin d'établir les fondemens des jettées à 3 ou 4 pieds au-deſſous de cette profondeur, pour qu'ils ne puiſſent jamais être endommagés par le courant, ſoit de la riviere, ſi c'en eſt une qui le forme, ſoit de la part de la retenue des écluſes; obſervant, pour plus de sûreté, de garantir les bords intérieurs & extérieurs des mêmes fondemens par une file de palplanches, dont la ventriere réponde à la premiere retraite, faite à un pied plus haut que les baſſes mers des vives eaux ordinaires, comme on le voit repréſenté aux figures 3 & 8 de la planche XI, qui comprennent les profils des jettées de Cherbourg. Pl. XI. fig. 3 & 8.

Après qu'on y eut fait ces obſervations relativement à la profondeur du chenal, que l'on comptoit excaver de 9 à 10 pieds plus bas qu'il ne l'étoit, on vit qu'il falloit que la premiere aſſiſe des fondations pour les jettées, fut poſée à 12 pieds au-deſſous du niveau de l'eſtran, par conſéquent combien il ſeroit difficile & diſpendieux de faire des batardeaux aſſez forts pour ſoutenir le poids & le choc de la mer; que quand même on réuſſiroit, on ne pouvoit ſe flatter de jamais parvenir à épuiſer l'eau du fond des tranchées, qui devoit ſe trouver de 22 à 23 pieds au-deſſous du niveau de ſes vives eaux; d'ailleurs qu'il faudroit détruire & refaire ces batardeaux à meſure que l'on avanceroit, ce qui feroit perdre beaucoup de tems; ainſi l'on réſolut de s'en paſſer tout-à-fait, en ne travaillant que par parties pendant l'abſence de la mer, & toujours ſucceſſivement ſur une longueur proportionnée au tems dont on pourroit jouir.

Explication des profils qui ont ſervi à

751. Avant que d'entrer dans le détail de la conduite que l'on a ſuivie pour ce travail, il eſt bon d'être prévenu que le corps de

diriger les jettées du port de Cherbourg. Pl. XI. fig. 8.

chaque jettée a été composé de deux gros murs de bonne maçonnerie E, A, B, C, D ; le premier faisant face à la mer, & l'autre au chenal, liés ensemble de dix en dix toises par d'autres murs traversant toute l'épaisseur des jettées, comme le montre la figure, leur intervalle formant autant de coffres remplis de maçonnerie en argille par un esprit d'économie, mêlée d'un peu de chaux pour lui donner plus de consistance, vu la grande épaisseur de ces jettées, qui est de vingt-huit pieds au-dessus de la derniere retraite, le sommet réduit à 20, pour avoir de part & d'autre un talud de 4 pieds.

Lorsque les murs de face, ceux de liaison & de remplissage eurent été élevés à 5 pieds au-dessous du sommet des jettées, on a recouvert ces derniers sur toute leur longueur par une voûte C, G, H, C, dont les retombées s'appuient sur les premiers, pour donner lieu à la plate-forme GH.

Maniere d'encaisser la fondation des jettées de maçonnerie.

752. Les alignemens qui bornoient l'épaisseur que devoit avoir chaque jettée ayant été tracés, on ne s'occupa d'abord que de ce qui pouvoit faciliter l'enfoncement des palplanches qui devoient encaisser la fondation ; ainsi l'on commença par creuser le long des mêmes alignemens, mais par succession, des bouts de tranchée, dont la profondeur étoit réglée sur le niveau où devoit se terminer la tête des palplanches, ne lui donnant de largeur que ce qu'il en falloit indispensablement pour les ranger & les battre, sans rien déblayer du reste de la fondation, qui ne fut creusée sur toute son épaisseur qu'après que les palplanches eurent entouré la partie des jettées qu'on avoit dessein d'élever pendant la campagne.

Comme il s'agissoit de travailler en pleine greve sans le secours d'aucun batardeau, il falloit, pour profiter du tems de la basse mer, qui n'étoit que d'environ trois heures & demie, n'avoir à épuiser que le moins d'eau qu'il seroit possible pour mettre les tranchées à sec. Pendant une heure, deux moulins à chapeloit vuidoient l'équivalent de vingt toises cubes d'eau ; ainsi il ne restoit guere que deux heures & demie pour le travail effectif, qui se réduisoit à enfoncer environ deux toises courantes de palplanches, maintenues bien d'alignement entre deux ventrieres. Ces palplanches liées ensemble à rainure & languettes faites en grain d'orge, avoient 5 pouces d'épaisseur, 12 pouces de largeur, & étoient d'une longueur proportionnée à la nature du terrein, qui en exigeoit communément de 10 à 11 pieds, pour résister après leur enfoncement au choc d'un mouton

ton de ſix à ſept cent livres, appartenant à une ſonnette dans le goût de celle que nous avons décrite (art. 303), dont on s'eſt parfaitement bien trouvé. Comme le terrein étoit compoſé d'un ſable des plus fermes, on fut obligé de fretter les palplanches & de les armer d'un ſabot de fer.

Méthode de fonder à la mer lorſqu'elle eſt baſſe, ſans le ſecours des batardeaux.

753. A meſure qu'elles étoient enfoncées, l'on rempliſſoit ſur le champ la partie de la tranchée qu'elles occupoient, pour diminuer, en reprenant le travail, les nouveaux épuiſemens qu'on auroit à faire dès que la mer, après l'avoir comblé, viendroit à ſe retirer. Pour empêcher que les vagues ne rempliſſent de ſable les tranchées & n'endommageaſſent les machines, l'on éleva tout le long de petites digues de 3 pieds de hauteur, revêtues de faſcines, tunées & couvertes de pierres, pour réſiſter à leur impétuoſité.

Après qu'on eut formé l'encaiſſement qui devoit renfermer la fondation, & qu'il fut queſtion de l'aſſeoir à la profondeur d'environ 12 pieds, on prit les meſures néceſſaires pour prévenir tous les inconvéniens qu'on devoit eſſuyer de la part de la mer, qui devoient être beaucoup plus grands que ceux que l'on venoit d'éprouver pour former les files de palplanches, puiſque l'on avoit à creuſer beaucoup plus de largeur & de profondeur de déblai. On ne trouva pas d'autre moyen de les ſurmonter, qu'en ſe bornant à n'entreprendre que ce que l'on pouvoit fonder par marée; & comme il ſe trouvoit dans les foſſes le triple d'eau que dans les tranchées précédentes, on eſſaya d'abord de les épuiſer avec des moulins verticaux; mais on fut obligé de les abandonner, à cauſe du tems qu'il falloit perdre pour les tranſporter à meſure qu'on avançoit; c'eſt pourquoi on préféra les chapelets inclinés, dont il eſt parlé dans l'article 733 de la premiere partie de cet ouvrage: on en employa cinq à la fois, chacun mis en mouvement par douze hommes qui ſe relevoient de demi en demi heure, tandis que d'autres épuiſoient avec des ſceaux ou bacs à ſoupape, auſſi long-tems que la profondeur où l'eau baiſſoit pouvoit le permettre. Moyennant cette activité, l'on parvenoit en une heure de tems, à compter du moment que la mer s'étoit retirée au niveau de la greve, à mettre la foſſe entiérement à ſec.

Dimenſion qu'on a ſuivie en conſtruiſant les jettées de Cherbourg. Excellent

754. On donna 11 pieds d'épaiſſeur à la fondation de chaque mur de face; la premiere aſſiſe de parement fut poſée ſur un cours de madriers, joignant les palplanches à 4 pieds au-deſſous de leur ſommet; & lorſque la maçonnerie fut à la hau-

mortier composé de chaux faite de coquillages.

teur de 3 pieds, on réduisit son épaisseur à 10, pour donner lieu à la premiere retraite, destinée à recevoir les ventrieres auxquelles les palplanches furent attachées. Pour en rendre les files inébranlables, ces ventrieres furent retenues de 8 en 8 pieds par des tirans de fer scellés dans la maçonnerie, à laquelle on fit une seconde retraite à deux pieds au-dessus de la premiere, pour réduire ses murs à 9 pieds d'épaisseur seulement, après quoi on a continué de les élever, en donnant à leur talud extérieur un sixieme de leur hauteur, l'intérieur fait à plomb, le tout continué de même jusqu'au sommet. Ces murs ayant 24 pieds de hauteur au-dessus de la derniere retraite, seroient naturellement réduits à 5 pieds d'épaisseur, sans le remplissage des reins de la voûte qui couvre le mur fait en argille, élevé en même tems que les précédens, de même que ceux de liaison, auxquels on a donné 5 pieds d'épaisseur, lorsqu'on étoit arrivé au terme de 10 toises que leur intervalle devoit avoir; cette voûte, d'un pied & demi d'épaisseur, fut faite de pierre bien en coupe. Lorsqu'en élevant les murs de face ils furent parvenus à la hauteur des vives eaux ordinaires, on scella dans la maçonnerie les ancres & tirans des arganaux placés de distance en distance.

Nous renvoyons entiérement au chapitre XI, répondant à l'article 335 du premier volume, pour juger de ce qui a été suivi dans le cours de la construction des murs de face de ces jettées, afin de les rendre capables de résister au plus grand choc des vagues, rien n'ayant été négligé de la part de ceux qui en ont eu la conduite. J'ajouterai seulement par forme de supplément à ce même chapitre, que pour la maçonnerie construite dans l'eau, on peut employer avec beaucoup de succès un mortier composé de chaux faite de toutes sortes de coquillages calcinés, mêlés moitié par moitié avec de la terrasse de Hollande, dont l'usage est merveilleux dès qu'il peut être garanti de la mer pendant quelques heures seulement, parce qu'ensuite il se durcit assez pour que l'ouvrage se soutienne contre la violence de son action.

De quelle maniere ont été couronnées les jettées de Cherbourg.

755. Après que la voûte faite d'un pied & demi d'épaisseur, en pierre bien en coupe, a été achevée en toute bonne façon, on l'a couronnée d'un pavé formé avec des pierres les plus dures d'un pied d'épaisseur, de dix-huit pouces de largeur, & de trois ou quatre pieds de long, bien piquées, serrées en joint, & liées avec mortier de ciment, leur surface ayant un bombement

de 4 pouces pour l'écoulement des eaux. Du côté opposé au chenal, on a élevé à plomb un parapet de deux pieds & demi d'épaisseur, sur trois pieds & demi de haut, terminé en forme de bahut, avec de fortes pierres cramponnées en joint; ce parapet a été percé de distance en distance par des gargouilles; enfin l'on a posé debout, de 10 en 10 toises, de vieux canons de fer coulé, la culasse enclavée dans le milieu de la plate-forme, & à leur défaut, de grosses pierres de 8 à 9 pieds de long, enracinées de 4 pieds, & taillées de la même figure que les canons, afin d'amarrer les vaisseaux, & d'en faciliter le halage.

Construction des risbermes faites le long des jettées de Cherbourg.

756. Pour garantir le pied de ces jettées, dans le chenal, du dommage qu'auroit pu leur causer la rapidité du courant formé par les écluses ou le battement des flots, du côté extérieur regardant la mer, principalement les parties les plus exposées à la tourmente, on a fait des risbermes travaillées avec beaucoup de soin, de 15 pieds de largeur, terminées par une file de pilots jointifs, de 7 à 8 pouces de grosseur, & d'une longueur proportionnée à la nature du terrein. Dans l'espace compris entre cette file & les jettées, on a planté par échiquier d'autres pilots pareils aux précédens, formant des quarrés de 3 pieds de côté, leur tête récépée convenablement au talud de la risberme, & assez bas pour recevoir le grillage qu'ils devoient porter; après quoi l'on a fait un déblai sur la profondeur d'un pied & demi pour remplir cette excavation de fascines bien piquetées & clayonnées, les cellules du grillage remplies de pierres, comme aux faux radiers des écluses. Je passe sous silence les égards que l'on a eu pour tout ce qui appartenoit à la bonté de cet ouvrage en général, de crainte de répéter ce que l'on trouve dans le premier volume.

SECTION II.

Des digues ou jettées construites à l'embouchure de la Doure, pour déboucher cette riviere.

Cause principale des barres qui se forment à l'embouchure des rivieres.

757. Lorsqu'un port se trouve à l'embouchure d'une riviere, & qu'on y fait des jettées ou digues pour la contenir dans de justes bornes, on ne sauroit trop réfléchir sur la direction qu'il convient de leur donner, eu égard à leur principal objet, qui est de favoriser l'entrée & la sortie des bâtimens.

Exemple tiré de celle de Bayonne.

Si le cours de la riviere, à ſon embouchure, n'a qu'une médiocre vîteſſe & peu de profondeur d'eau dans le tems des baſſes marées, comme cela ſe rencontre aſſez ordinairement, il n'y a point de doute que la mer n'apporte des ſables & ne forme des bancs, ce qui ne manque pas d'arriver quand elle a plus de force pour remonter la riviere que cette derniere n'en a pour la repouſſer. Si dans le tems de leur oppoſition, l'une & l'autre ſe trouvent en équilibre, c'eſt alors que les dépôts deviendront ſenſibles à l'endroit où le repos ſera le plus marqué, comme cela eſt arrivé à l'embouchure de la Doure, où s'eſt accrue la barre, qui auroit abſolument interdit le commerce de Bayonne avec la mer, ſi l'on n'y avoit remédié par les jettées de maçonnerie, élevées en dernier lieu avec des dépenſes dignes de la magnificence du roi.

Néceſſité de retrécir l'embouchure d'un fleuve par des jettées, pour rendre la viteſſe du courant capable d'empêcher les attériſſemens.

758. Comme avant que de commencer des travaux de cette conſéquence, on ne ſauroit aſſez examiner les ſuites qu'ils pourront avoir, on doit cette juſtice à M. de Touros, directeur des fortifications, auteur du grand projet dont nous parlons, d'avoir ſaiſi tout ce qui pouvoit concourir au ſuccès qu'il s'en étoit promis. Ayant obſervé que quand la mer remontoit la Doure, c'étoit avec beaucoup plus de force que cette riviere n'en avoit pour s'y rendre, il penſa judicieuſement qu'il falloit la retrécir par des jettées, dont la naiſſance fût à 600 toiſes endeçà du milieu de la barre. Il ne lui donna donc que 100 toiſes de largeur, au lieu de 200 qu'elle a moyennement depuis ce terme juſqu'à Bayonne, ſur la diſtance d'une lieue, afin que les eaux venant à ſe gonfler dans toute cette étendue, tenant lieu de réſervoir, elles s'échappaſſent par le chenal avec autant de force qu'il en faudroit pour l'emporter ſur la haute mer, & puſſent creuſer la barre. D'un autre côté, il falloit auſſi prendre garde qu'en retréciſſant trop l'embouchure de la Doure, elle ne vînt à déborder au préjudice du pays; auſſi ce ne fut qu'après de juſtes obſervations, qu'il ſe détermina à ne donner qu'environ 100 toiſes d'intervalle à la naiſſance des jettées, & 150 à leur extrêmité, conformément aux maximes que nous avons établies au commencement du chapitre V, où il eſt dit que pour avoir la diſtance de la tête d'une jettée à celle de l'autre, il falloit ajouter à la largeur du chenal, vers ſon origine, la douzieme partie de ſa longueur, qui étant ici de 600 toiſes, a occaſionné de faire l'embouchure de 150.

Aſſemblée des plus habi-

759. La néceſſité de retrécir l'embouchure de la Doure

ayant été reconnue indiſpenſable, le point eſſentiel étoit de déterminer la direction qu'il falloit donner aux jettées, pour que les vaiſſeaux puſſent entrer facilement dans le chenal, & y trouver un abri aſſuré contre les fréquens naufrages qui leur arrivoient en voulant aborder cette funeſte barre, dont la paſſe varioit ſans ceſſe par les bancs qui naiſſoient ſubitement, la jettant tantôt vers le ſud, tantôt vers le nord. Pour conſtater une affaire d'une auſſi grande importance, il ſe fit le 11 octobre 1731, une aſſemblée des ingénieurs de Bayonne, joints aux officiers de la marine du roi, capitaines de navires marchands, pilotes & autres les plus expérimentés dans la navigation de la riviere & de la côte. Cette aſſemblée avoit pour préſident M. de Barrailh, qui les mena tous ſur les lieux, où étant arrivés, il leur dit qu'il étoit venu par ordre du roi, afin de délibérer & régler avec eux la direction la plus convenable aux digues, pour le débouché de la riviere de la Doure à la mer; qu'il eſpéroit que les différens avis, s'il y en avoit, ſeroient débattus de maniere à ſe réunir tous à un ſeul, par les raiſons qui ſeroient trouvées les plus fortes. Pour donner lieu à chacun de parler avec plus de connoiſſance, il fit poſer ſur le ſable une carte marine de la côte, avec une bouſſole, afin de juger de la ſituation des terres du nord & du ſud, qui viennent ſe terminer à l'entrée de la riviere, où elle forme un cul-de-ſac.

les gens de la marine, faite ſur le bord de la mer, pour déterminer la direction qu'il falloit donner aux jettées.

760. Tous ceux qui ſe trouverent là convinrent unanimement que les rapports de la mer ſur la barre, diſtante d'environ 350 toiſes de l'embouchure qu'avoit alors la riviere, étoient occaſionnés par trois lames qui y venoient rouler réguliérement à une minute de tems d'intervalle de l'une à l'autre, & qui produiſoient le ſalut ou la perte des vaiſſeaux qui paſſoient ſur cette barre. En conſéquence toute l'aſſemblée convint que le moyen le plus sûr, & même l'unique pour n'y pas périr, étoit d'obliger les vaiſſeaux qui en approchoient de manœuvrer de maniere que les trois lames dont on vient de parler les priſſent par l'arriere; ayant reconnu par un grand nombre d'exemples, que lorſqu'elles les prenoient par le côté, ils en étoient renverſés, ſans qu'il leur reſtât aucune reſſource: qu'il importoit donc extrêmement de préſenter la tête des jettées à l'oppoſite de ces lames, leſquelles venant directement de l'oueſt au nord-oueſt, il étoit de néceſſité d'établir le chenal ſur cet air de vent, en prolongeant les jettées juſques deſſus la barre.

Réſultat de l'aſſemblée précédente pour conſtater le projet des jettées.

Ce ſentiment parut d'autant plus ſolide, qu'en dirigeant les jettées à l'oueſt-nord-oueſt, on tomboit préciſément dans l'ancien paſſage, qui a été le plus long-tems ouvert & eſtimé le meilleur. A l'égard de l'intervalle qu'il devoit y avoir entre les têtes des jettées, on jugea auſſi qu'il falloit qu'il ne fût pas moindre de 150 toiſes, ſelon que l'avoit réglé M. de Touros, pour laiſſer plus de liberté aux inondations de s'écouler. Il fut dreſſé un procès-verbal de ces articles, ſigné de tous les membres de l'aſſemblée, lequel ayant été enſuite approuvé par la cour, a ſervi de regle pour la conduite du travail qui s'eſt fait depuis ce tems.

Méthode qui a été ſuivie pour fonder les mêmes jettées, ſans faire de batardeaux ni épuiſemens.

761. La Doure ayant à ſon embouchure, aux endroits où l'on devoit fonder les jettées pour la retrécir, depuis 8 juſqu'à 12 pieds de profondeur d'eau, dans le tems de la baſſe mer des vives eaux d'équinoxes, où elle remonte de 11 pieds pour en fournir autour de 24 de hauteur, on ſent bien qu'il devoit encore être moins queſtion qu'à Cherbourg de faire des batardeaux pour faciliter ce travail; c'eſt pourquoi l'on a eu recours à une méthode la plus ſimple & la plus ſolide de toutes celles qu'on pouvoit employer en pareil cas, comme on en va juger par la deſcription ſuivante.

On a commencé, en profitant des baſſes marées, par planter des rangées de pilots pour former des travées paralleles les unes aux autres, dont les intervalles furent déterminés à 5 pieds de milieu en milieu, comme le montre la figure quatrieme de la planche XI, qui repréſente quelques-unes de ces travées apperçues par leur extrêmité; & comme ces pilots étoient faits avec des pins, on avoit grand ſoin de les employer verds, pour que leur raiſine les conſervât mieux dans l'eau. D'autre part la premiere figure montre la largeur d'une des mêmes travées où les pilots ſont plantés environ à 4 pieds de diſtance de milieu en milieu, & aſſemblés à une traverſine AB tenant lieu de chapeau, poſée à un pied au-deſſus des baſſes mers de vives eaux; c'eſt pourquoi ces pilots ont été récépés relativement à cette ſujétion.

Pl. XI. fig. 1. & 4.

Pour lier ces travées enſemble, on les a croiſées avec autant de longrines CD que de files de pilots, formant un grillage qui n'a été poſé qu'après qu'on a eu élevé le maſſif que voici.

De quelle maniere on a établi le maſſif

762. A meſure que l'on avoit enfoncé les pilots d'un certain nombre de travées, avec des ſonnettes montées ſur des gabar-

res, comme celle que nous avons rapporté dans l'article 206, on rempliſſoit le vuide qu'ils laiſſoient entre eux en y jettant des pierres dures, point ſujettes à ſe diſſoudre dans l'eau ; & pour qu'elles ne compoſaſſent enſemble qu'un ſeul corps, on avoit grand ſoin de les méler avec d'autres plus petites ; de ſorte que ſur trois bateaux de pierres, il y en avoit un de gros gravier ou cailloux qui garniſſoient les vuides par le mouvement que leur donnoit la mer, ce qui a été continué juſqu'à la hauteur des baſſes vives eaux, avec autant d'attention qu'il étoit poſſible d'en apporter, ſur-tout pour bien diſpoſer les taluds qu'elles formoient naturellement en maniere de risberme le long des faces de chaque jettée, ces taluds ayant pour baſe le double de leur hauteur ; le ſommet fut couronné ſur la largeur de 7 à 8 pieds par de groſſes pierres choiſies, ſerrées & poſées de champ, & les joints garnis de gros gravier.

des fondemens faits à pierres perdues pour les jettées de Bayonne.

Après avoir laiſſé repoſer aſſez long-tems cet enrochement pour que le battement de la mer contraignît de plus en plus les pierres & le gravier à ſe conſolider, à quoi elle contribuoit encore par les ſables qu'elle dépoſoit dans leurs interſtices, on en a bien arraſé le ſommet, pour le terminer par une aſſiſe de gros libage d'un pied de hauteur, travaillé en mortier de ciment ; alors la maçonnerie ſe trouvant élevée au niveau où devoient être poſées les traverſines AB, elles furent chevillées aux pilots par des tenons à oreille de 4 pouces d'épaiſſeur ſur toute la groſſeur des pilots, arraſés à la hauteur de la baſe des longrines. Ces oreilles étoient taillées alternativement d'un ſens oppoſé ; c'eſt-à-dire que celle du premier pilot ſe trouvant à gauche, celle du ſecond étoit à droite, ainſi de ſuite, comme la premiere figure le montre, de même que les ſaillies A & B des traverſines qui excédoient d'un pied les longrines de face E.

Pl. XI. fig. 1. & 4.

763. L'intervalle que les traverſines laiſſoient entr'elles ayant été rempli de bonne maçonnerie, toujours en mortier de ciment, on a poſé autant de cours de longrines que de files de pilots, encaſtrés réciproquement par des entailles de 2 pouces de profondeur, & attachés avec des chevilles ébarbées à tête refoulée, ainſi qu'on le pratique à la conſtruction du radier des écluſes ; après quoi l'on a rempli de maçonnerie leur intervalle, que l'on a continué d'élever de deux pieds au-deſſus de l'arraſement des longrines, en laiſſant de chaque côté du parement une retraite ou berme de 4 pieds, compoſée des plus fortes pierres miſes alternativement en carreaux & boutiſſes,

Maniere de lier enſemble les travées qui entrent dans la fondation des jettées.

& liées par des crampons à queue d'hironde ſcellés en plomb. Dans la partie où ces jettées étoient dans leur naiſſance adoſſées aux terres, on a fait de ce côté-là deux retraites chacune d'un pied; le parement fut élevé à plomb & accompagné d'un conroi de terre-glaiſe, la berme n'ayant lieu que le long de la ,ace répondant à la riviere, comme on peut le remarquer dans le profil.

Détail de ce qui a été ſuivi en élevant les jettées précédentes juſqu'à leur couronnement.

764. Je paſſe ſous ſilence tout ce qui a été ſuivi pour la bonne façon de la maçonnerie de ces jettées, renvoyant, comme je l'ai fait pour celles de Cherbourg, aux endroits du premier volume où cette matiere eſt traitée à fond. Je dirai ſeulement, 1°. qu'à un pied & demi au-deſſus des hautes vives eaux, on a encaſtré dans le corps de la maçonnerie les tirans & clefs des arganaux de bronze poſés de 50 en 50 toiſes pour l'amarrage des vaiſſeaux. 2°. Que le couronnement des jettées vers leur naiſſance a été terminé à 3 pieds au-deſſus des mêmes vives eaux, par conſéquent à 10 pieds au-deſſus de la derniere retraite de la fondation, pour que jamais la riviere ne puiſſe les déborder. 3°. Que vers la naiſſance de ces jettées, on leur a donné environ 18 pieds d'épaiſſeur au-deſſus de la même retraite, & pour talud au parement répondant à la riviere, la ſixieme partie de leur hauteur. 4°. Que les mêmes jettées ont été faites en augmentant imperceptiblement d'un pied d'épaiſſeur, & de 6 pouces de hauteur par 100 toiſes de longueur: d'où il réſulte qu'au bout de 600 toiſes vers la gorge de l'arrondiſſement de leur tête, cette épaiſſeur s'eſt trouvée de 24 pieds, & la hauteur précédente de 13; c'eſt-à-dire de 6 pieds au-deſſus du niveau des plus hautes marées, afin que dans un gros tems, les vagues n'en puiſſent dégrader le ſommet. 5°. Que la partie de leur tête la plus expoſée aux tourmentes de la mer, a été entourée d'une risberme terminée par des pilots jointifs, l'intérieur ſemé d'autres pilots, tout le fond rempli de pierres mêlées de gravier, & diſpoſées comme ci-devant juſqu'à la hauteur du grillage qui fut attaché ſur les pilots, les cellules remplies de pierres poſées de champ, ſerrées par des piquets, comme on le pratique en pareil cas. 6°. Qu'au commencement de la conſtruction de ces jettées, on avoit attaché ſur les longrines un plancher de madriers de 3 pouces d'épaiſſeur, dont on a ſenti enſuite l'inutilité, parce qu'il ne faiſoit qu'interrompre la liaiſon de la maçonnerie avec le grillage & la premiere aſſiſe de deſſous. 7°. Que quelques années après qu'on eut entamé

tamé ces jettées, on a reconnu la faute d'avoir placé les traverſines trop haut, parce qu'étant fréquemment expoſées à l'air, elles étoient ſujettes à ſe pourrir, au lieu qu'on auroit dû les arraſer au niveau des baſſes marées, comme on a fait depuis, n'ayant pas trouvé de difficulté à maçonner dans l'eau à la profondeur de deux pieds. 8°. Qu'ayant reconnu que, malgré le ſoin qu'on avoit pris de bien poſer les pierres répondant à la ſurface des risbermes, la mer les détachoit & les entraînoit au loin dans le lit du chenal, on n'a point trouvé de meilleur expédient pour les maintenir en place, que de remplir les vuides qui reſtoient autour avec de la mouſſe enfoncée dans leurs joints, par la propriété qu'elle a de ſe prêter à toutes les configurations qu'on veut lui faire prendre, & de fléchir ſous les vagues, ſans leur donner de priſe.

765. Il importe extrêmement, quand on veut établir à la mer des fondations dans le goût de celles dont nous parlons, de ne pas manquer de commencer l'enrochement ſur 5 ou 6 pieds de hauteur, à meſure que l'on enfonce les pilots, parce qu'autrement les courans les auroient bientôt déracinés. Au ſurplus, l'on doit avoir attention, dans le cours du travail, de conduire les jettées à la même hauteur, ſans que l'une dépaſſe beaucoup l'autre, ſur-tout ſi elles ſont battues en flanc par l'air de vent qui regne le plus ordinairement à la côte, de crainte de s'expoſer aux accidens dont voici un exemple.

Obſervation ſur les fautes qu'on a fait en conſtruiſant les mêmes jettées.

Il eſt arrivé qu'ayant prolongé la digue du ſud beaucoup plus que celle du nord, on fut obligé d'abandonner cette premiere dès que la maçonnerie ſe trouva élevée de 5 ou 6 pieds au-deſſus du grillage, parce que les vents du nord-oueſt, qui agiſſent avec le plus de violence, ſecondés d'une groſſe mer qui n'étoit pas briſée par cette ſeconde digue, battirent en plein cette tête, dont ils enleverent deux aſſiſes pendant le tems de cinq marées conſécutives, & formerent ſur le reſte des avaries qui ont obligé à de grandes réparations; ce qui venoit auſſi de ce qu'on avoit commencé les travaux de trop bonne heure, dans un tems où la mer eſt encore fort redoutable. D'autre part, les ſables qu'elle chaſſa ſe trouvant arrêtés au pied de cette tête, s'y amaſſerent en ſi grande quantité, que ce ne fut qu'avec beaucoup de peine & de dépenſe employée à la conſtruction d'un épi proviſionnel, qu'on parvint à détruire le banc qu'ils y avoient formé: ce qui ne fût point arrivé, ſi les deux jettées avoient été pouſſées d'un travail égal; car ſuppoſant qu'on eût eu à conduire

l'une des deux plus vivement que l'autre, il étoit naturel, après avoir bien examiné l'air de vent que l'on avoit à craindre, que ce fût plutôt celle du nord, afin que les sables venant s'y adosser, ne s'accumulassent point dans le chenal. On avoit d'autant plus de raison pour devoir en user ainsi, que dès 1731, M. de Touros avoit senti la nécessité de porter la tête de cette jettée d'environ 30 toises plus avant à la mer que ne le seroit celle du sud, non-seulement pour empêcher les sables de s'amasser à l'entrée du chenal, mais aussi dans la vue de préserver les navires d'être chassés contre cette derniere ; ce sont autant de motifs pour prolonger une jettée plus que l'autre, comme nous l'avons dit précédemment.

Il n'est pas moins essentiel de bien garnir le pied de la jettée exposée aux mêmes vents, de crainte que les lames qu'ils chassent ne la déchaussent ; ce qui est arrivé dans le cours du travail de la barre de Bayonne, pour n'avoir pas fait des risbermes assez solides aux endroits les plus battus. Enfin il est encore à remarquer que pendant tout le tems que la digue du sud a dépassé celle du nord, l'entrée de la riviere étoit devenue plus difficile que jamais, parce que le vent du nord-oueſt étant le plus violent, & en même tems celui qui aide le plus les navires, il étoit bien dangereux que ne pouvant se ranger parallelement à cette jettée, ils ne fussent s'y briser.

Apologie de ceux qui font travailler dans la mer.

766. J'ai cru ne pouvoir me dispenser d'exposer une partie des fautes qu'on a fait dans le cours de ce travail, puisque ce n'est que par leur connoissance qu'on peut éviter de les commettre ; ce n'est pas que j'en veuille faire un démérite à ceux qui en ont eu la conduite ; ils sont assurément bien excusables. Comment prévoir tous les accidens qu'on pourra essuyer de la part des effets variés d'une grosse mer ? D'ailleurs, par une fatalité attachée à ce qui est d'une exécution difficile, la malignité saisit sans indulgence tout ce qu'elle peut blâmer, sans tenir compte d'une infinité de sages prévoyances auxquelles on doit le succès de ce qui se trouve achevé heureusement.

Il n'est pas indifférent de remarquer que tout ce que nous avons enseigné dans ce chapitre pour la construction des jettées peut s'appliquer aux autres ouvrages que l'on voudra faire à la mer, dans des circonstances à peu près semblables à celles qui nous ont servi d'exemple, particuliérement pour la construction des forts & des risbans. Aussi ne manquerons-nous pas de renvoyer à l'une ou à l'autre des sections précédentes, lorsque

nous ferons mention des fortifications maritimes, afin d'éviter des répétitions au préjudice d'un grand nombre de ſujets également importans qui nous reſtent à traiter.

SECTION III.

Des radeaux & pontons pour faciliter le curement des ports ſitués ſur l'Océan.

Obſervation ſur la maniere de curer les ports par le jeu des écluſes.

767. Comme le haſard plutôt que le raiſonnement a donné lieu à la poſition des quais qui bordent les ports de l'Océan, qu'on n'a point appropriés aux vues d'un projet général bien entendu, il n'eſt pas ſurprenant que les écluſes de chaſſe ſe trouvent rarement placées convenablement à leur deſtination, parce qu'en bien des endroits elles n'ont été conſtruites que pluſieurs ſiecles après les mêmes ports. De-là il eſt arrivé que non-ſeulement le courant des eaux ne cure point par-tout également le port & le chenal, comme il faudroit que cela fût; mais encore que tandis que l'eau creuſe d'une part, elle forme de l'autre des dépôts de vaſe & de ſable qui deviendroient très-préjudiciables, ſi l'on n'avoit trouvé le moyen de les détruire à meſure qu'ils naiſſent: c'eſt ce que nous allons expliquer, afin de terminer ce chapitre par ce qui nous reſte à dire ſur ce qui a rapport aux jettées.

Deſcription d'un radeau en uſage au Havre-de-Grace pour faciliter le nétoyement du port.

768. De toutes les machines dont on a fait uſage pour faciliter le curement des ports par le jeu des écluſes, il n'y en a point qui ait mieux réuſſi que le radeau imaginé par M. Caſtain, tel qu'il l'a fait exécuter au Havre-de-Grace, où je l'ai vu employé avec un ſuccès admirable. Rien de plus ſimple & de plus commode que ce radeau, qui n'eſt autre choſe qu'un aſſemblage de charpente de bois de ſapin, formant un plancher rectangulaire de 12 toiſes de longueur ſur 12 pieds de largeur, lequel flottant à marée haute, peut être conduit où on veut le fixer, moyennant les arganaux attachés à ſes extrêmités pour l'amarer. Quand il vient à baiſſer avec la mer, on fait deſcendre dans des couliſſes un nombre de pieux de bois de chêne élevés perpendiculairement ſur le bord d'un des côtés du radeau, qui d'horiſontal qu'il étoit, prend la ſituation d'un plan incliné ſous l'angle d'environ 45 degrés, parce que les bouts inférieurs des pieux venant à toucher le fond du port, le radeau

s'incline de lui-même du côté oppoſé à celui où il ſe trouve arcbouté, & reſte appuyé dans cette poſition pendant la baſſe mer. Comme on le diſpoſe à deſſein de recevoir le choc des eaux que lâchent les écluſes, ſoit pour raſer un banc ou pour les faire réfléchir dans un endroit où elles ne pourroient naturellement produire des ſouilles, on les contraint, à l'aide de pareils radeaux, de creuſer ſelon les directions qu'on veut qu'elles prennent, par conſéquent de donner au port & au chenal une profondeur uniforme. On peut auſſi par ce moyen ſapper les bancs qui naiſſent quelquefois à ſon embouchure, lorſqu'elle ſe trouve fort éloignée des écluſes, en reſſerrant avec ces mêmes radeaux le courant, pour lui rendre une partie de la force qu'il a perdu par la longueur du trajet.

Détail & dimenſion des pieces de charpente qui entrent dans la compoſition de ce radeau. Pl. XII.

769. Pour entrer dans le détail de ce qui appartient à ce radeau, conſidérez la figure 8 qui repréſente une partie de ſon plancher apperçu dans la poſition où il ſe trouve quand il flotte. Ce plancher eſt ſoutenu par quatre longrines A, B, C, D, (fig. 9) d'environ 17 pouces d'équariſſage, chacune compoſée d'une ſeule piece de ſapin de 12 toiſes de longueur. Comme il ſeroit difficile de trouver des arbres aſſez forts pour qu'ils puiſſent avoir par-tout une groſſeur de 17 pouces d'équariſſage, on a attention de les diſpoſer de maniere qu'il ſe trouve à chaque extrêmité du radeau, alternativement, un gros & un petit bout. La ſeconde longrine B ſe place parallelement à 10 pouces de la premiere A, & la troiſieme C au milieu de la diſtance de la ſeconde à la quatrieme D : elles ſont liées de 8 en 8 pieds par des chevilles & étriers de fer G, à des traverſines accouplées EF de 12 pouces d'équariſſage, diſtantes d'un pied l'une de l'autre, & encaſtrées de maniere que leur ſurface ait un relief de 4 pouces au-deſſus des longrines, qui eſt l'épaiſſeur du plancher G, dont ces traverſines doivent faire partie. On ménage les couliſſes K par où paſſent les pieux qui ſervent à ſoutenir le radeau quand il eſt incliné ; ainſi ſelon les meſures précédentes, elles auront chacune 12 pouces en quarré, en faiſant des entailles de 2 pouces de profondeur dans la premiere longrine A, comme on peut le voir plus en grand aux plans & profils exprimés par les figures 6 & 7, où l'on apperçoit une de ces couliſſes K compriſe entre les pieces A, B, E, F.

Autre détail ſur ce qui

770. Pour plus d'intelligence, il faut conſidérer la figure 3 qui repréſente le profil d'une partie de la largeur du radeau

ſitué horiſontalement, accompagné d'un pieu vertical LM, ayant 12 pieds de longueur ſur un peu moins de 12 pouces d'équariſſage, dont le bout inférieur eſt logé dans ſa couliſſe *a b c d*, où on le maintient de la maniere ſuivante. Ce pieu, qui eſt repréſenté ſeul par la figure 4, a dans une de ſes faces deux rainures ou entailles NV & YQ, ſur leſquelles ſont attachés des crampons Z diſpoſés par échelons, formant autant de crans où s'accroche la dent *e* d'un inſtrument de fer R S nommé *guinguet* (fig. 3 & 4) qui joue ſur un eſſieu porté par les joues PS liées enſemble vers le ſommet avec un boulon, le tout attaché ſolidement ſur le plancher du radeau. Pour empêcher que la peſanteur du pieu ne faſſe reculer ce guinguet, on l'arrête par un coin de bois T chaſſé à force au-deſſous du boulon; & du côté oppoſé au précédent, ce pieu eſt contenu par un taſſeau I exprimé encore dans les figures 1 & 2, où l'on voit le plan du guinguet, & que pour plus de ſolidité les longrines ſont encore liées en deſſous du radeau par des madriers O de 4 pouces d'épaiſſeur ſur 12 de largeur, poſés de 4 en 4 pieds de diſtance.

appartient à la méchanique de ce radeau.

771. Lorſque le radeau ſe trouve ſitué à l'endroit où il doit reſter à demeure, & qu'on l'a bien amarré pour l'y fixer, on fait deſcendre les pieux en les ſoulevant d'abord tant ſoit peu pour retirer le coin T & décrocher le guinguet, ce qui ſe fait à l'aide d'une corde paſſant ſous la cheville de fer X (fig. 4) qui traverſe la tête de chaque piece, & d'une chevre que l'on replie dans un bateau après la manœuvre, obſervant qu'à meſure que ces pieux deſcendent on les fixe en accrochant encore le guinguet à un des crans le plus commode de la rainure NV, comme on le remarque diſtinctement dans la figure 5, comprenant la partie ſupérieure du radeau, lorſque s'étant incliné à marée baſſe, il ſe trouve arcbouté par les pieux. Quand la mer vient à monter & que le radeau s'eſt remis de lui-même à flot, ſi l'on veut le changer de place, on releve tous les pieux, comme dans la figure 3, ou bien on le laiſſe au même endroit où il s'incline de nouveau à marée baſſe, pour donner lieu au courant des écluſes d'opérer comme auparavant, ce qui eſt trop aiſé à comprendre pour m'y arrêter davantage.

Maniere de ſe ſervir du même radeau, en le poſant dans une ſituation inclinée. Pl. XII.

772. On a fait uſage anciennement à Dunkerque d'un ponton, nommé auſſi *valet-de-port*, ayant la forme d'un priſme lozange, pour diriger à volonté le courant des écluſes de chaſſe. Comme on s'en eſt fort bien trouvé, nous avons cru devoir

Deſcription d'un ponton employé autrefois à Dun-

kerque, pour faciliter le curement du port.

Pl. XII. fig. 10, 11 & 12.

le rapporter ici ; il eſt développé ſi clairement par les figures 10, 11 & 12, que nous nous diſpenſerons d'entrer dans le détail de l'aſſemblage & des dimenſions de ſa charpente, qui regarde principalement le maître conſtructeur des navires ; c'eſt pourquoi il nous ſuffira de faire remarquer qu'au milieu de chacun de ſes grands côtés EAF, EBF, il a un gouvernail AC, BD, dont l'élévation eſt marquée par G, ainſi que le manche K, ſervant à conduire ce ponton, où l'on veut qu'il reſte toué ; pour cela il y a un plancher HI à deux pieds au-deſſous du bord ſupérieur PQ pour la manœuvre des matelots. Le leſte NLMO de ce ponton eſt ménagé de maniere qu'à marée haute, ſon fond ne ſe trouve diſtant de celui du port qu'autant qu'il le faut pour pouvoir flotter ; c'eſt-à-dire, qu'on lui fait tirer le plus d'eau qu'il eſt poſſible, afin qu'étant échoué à l'endroit où il doit opérer, ſon poids l'y maintienne inébranlablement contre le choc du courant, qui peut alors, moyennant pluſieurs pontons faits de la ſorte, raſer des bancs de ſable qui ſe ſeroient formés dans le port, ou l'approfondir, auſſi-bien que le chenal, aux endroits où le jeu des écluſes ne ſe fait point ſentir aſſez fortement.

Remarque ſur la maniere de diriger les courans des écluſes de chaſſe pour le nétoyement d'un port.

773. Pour employer auſſi utilement qu'il eſt poſſible les pontons & radeaux deſtinés à curer les ports, il faut étudier avec beaucoup d'attention l'effet que peuvent produire les courans ſelon leur détermination : autrement on tomberoit dans le cas, non-ſeulement de ne remplir qu'imparfaitement l'objet qu'on ſe propoſe, mais de nuire dans bien des occaſions aux jettées, dont on ne ſauroit trop ménager le pied par des risbermes qui le garantiſſent de tout accident. La ſimple pratique ne ſuffiſant pas toujours pour en déduire à cet égard des maximes judicieuſes, on trouvera au commencement du quatrieme livre une théorie ſur l'action des courans, qui ſuppléera à tout ce que nous paſſons préſentement ſous ſilence.

CHAPITRE VIII.

Des forts ou risbans de maçonnerie conſtruits dans la mer pour la défenſe d'un port, à l'imitation de ce qui a été exécuté à Dunkerque, ſuivi d'une deſcription de la tour de Cordouan, & de quelques autres fanaux.

POUR continuer le plan que nous nous ſommes fait de donner dans le plus grand détail la conſtruction des principaux ouvrages qui ont été exécutés à Dunkerque, voici ce qu'on a ſuivi en élevant le risban, avec le devis que M. le maréchal *de Vauban* en a dreſſé, qui pourra également s'appliquer à la batterie de revers & au fort Blanc, ces deux pieces ayant été établies dans un terrein de même qualité, où les ſujétions occaſionnées par la mer dans le cours du travail, étoient auſſi à peu près pareilles. Ainſi l'on pourra en déduire de nouvelles inſtructions pour fonder des édifices dans l'Océan; après quoi nous terminerons ce chapitre par un raiſonnement ſur l'uſage des phares, pour éclairer l'entrée d'un port ou l'embouchure d'un fleuve, en donnant pour principal modele la fameuſe tour de Cordouan.

SECTION PREMIERE.

Où l'on décrit ce qui a été exécuté pour la conſtruction du risban de Dunkerque.

Expoſé des avantages que le risban de Dunkerque tiroit de ſa ſituation.

774. De tous les ouvrages de fortification qui ont été bâtis dans la mer pour la défenſe d'un port, perſonne ne diſpute que le fameux risban de Dunkerque n'ait été le plus magnifique. L'heureuſe forme que lui avoit donné M. le maréchal *de Vauban*, jointe à l'avantage de ſa ſituation à 550 toiſes du baſtion de la mer, & à 50 du chenal, le rendoit redoutable de quelque côté que l'ennemi ſe préſentât, comme nous l'avons déja inſinué (art. 56): c'eſt de quoi l'on peut juger de nouveau, en conſidérant le plan de la place ſur la ſeconde planche du volume précédent. Chacune des trois faces de ſon parapet

Pl. XIII & XIV. curviligne T ayant 50 toiſes, étoit élevée de 46 pieds au deſſus du niveau de l'eſtran, & percée de 18 embraſures, dirigées de façon que 16 pieces de canon pouvoient battre le même vaiſſeau qui auroit paru ſuſpect dans la rade. D'autre part ce fort défendoit les approches de la citadelle, découvroit l'eſtran qui va de-là à Mardik, celui qui regarde Nieuport & les avenues du front de la place de ce côté-là, & l'on pouvoit, au beſoin, mettre en batterie dans ce fort juſqu'à 54 pieces de canon. A l'égard de ſon rempart, on voit qu'il étoit revêtu en dedans comme en dehors, afin de ménager la place & de pouvoir y appuyer les bâtimens deſtinés à la garniſon, qui avoit les mêmes commodités que dans une bonne citadelle. On en jugera en conſidérant le plan relatif au profil exprimé ſur la planche XIV par les figures 3 & 4, que l'on doit regarder comme n'en faiſant qu'une ſeule, dont nous avons interrompu la largeur ſuppoſée de ſix toiſes.

Deſcription de la tour de ce risban.

775. Ce profil montre qu'au-deſſous du rez-de-chauſſée des bâtimens il regnoit des ſouterreins pour les tenir plus ſecs, ſervant auſſi d'entrepôts pour toutes ſortes de choſes, & que ſur le rez-de-chauſſée il y avoit un premier étage. La principale piece de ces bâtimens étoit la tour G, comprenant la cave deſtinée à la garniſon; au-deſſus un magaſin à poudre, de niveau à la place d'armes; au premier étage, une chapelle; au ſecond, un magaſin à biſcuit; au troiſieme, la place de l'horloge; & dans l'enclos de la toiture, une petite chambre pour le guetteur. Cette toiture, faite en pavillon quarré, étoit élevée en pyramide tronquée, au ſommet de laquelle étoit une lanterne à ſix pans, ſervant de fanal, de huit pieds de diametre, & couronnée d'un petit dôme couvert de plomb.

Deſcription des bâtimens civils & militaires qui ſervoient à la garniſon.

776. A côté de cette tour étoit le logement F du commandant, contenant une cuiſine, une ſalle à manger, des caves au-deſſous, & au-deſſus deux chambres & un cabinet, avec un dégagement pour aller ſur le rempart. De l'autre côté ſe trouvoit un logement H pour ſix canoniers, un garde-magaſin, & la boulangerie; le corps-de-garde I répondant à la porte d'entrée pratiquée ſous le rempart de l'angle qui regardoit la citadelle; la cantine ou auberge K; le logement L, haut & bas, pour les officiers de la garniſon; un hangard voûté M pour mettre à couvert les armes des pieces d'artillerie, avec un petit magaſin auprès pour les artifices, & un au-deſſus pour les munitions légeres; enſuite un magaſin au bois & au charbon N,

Pl. XIII.

des

des cazernes O, consistant en douze chambres pour cent hommes, avec une prison I; enfin trois grands escaliers à deux rampes Q pour monter sur le rempart, ayant auprès des latrines P au-dessus des égouts; & dans l'angle qui regardoit la citadelle étoit ménagé sous le rempart la porte marquée &, où l'on arrivoit de la place en passant sous la voûte d'une des rampes de l'escalier correspondant. Au surplus, il y avoit sous la place d'armes deux grandes & magnifiques citernes, avec un puits dans l'angle vis-à-vis le gouvernement.

Etablissement de la risberme qui fut faite autour de ce fort, avant que d'entamer sa fondation.

777. Après cette courte description, voici ce qu'on a pratiqué pour l'établissement de la risberme par où l'on a commencé la construction de risban, avant que de fonder l'enceinte, qu'il importoit sur toutes choses de garantir des affouillemens de la mer; tous ces travaux ont été exécutés dans les tems de son absence, sans batardeau, dans un endroit où elle montoit d'environ 12 pieds au-dessus de l'estran, aux vives eaux ordinaires. Pour cela le travail n'a été embrassé que par petites parties, comme on s'y est pris en fondant les jettées de Cherbourg (art. 753), qu'il convient de lire pour plus d'intelligence.

Le fort ayant été tracé dans la position que M. de Vauban avoit déterminée, l'on enfonça d'abord une premiere file de palplanches R tout autour du pied extérieur V de l'enceinte : ces palplances avoient quatre pouces d'épaisseur sur 6 pieds de longueur; leur tête, attachée à une ventriere de huit sur dix pouces d'équarissage, étoit affleurée au niveau de l'estran. A douze pieds de celle-ci, l'on en battit une seconde file formant un ennéagone, puis une troisieme parallele à la précédente, posée à la même distance que la seconde l'étoit de la premiere, mais l'une & l'autre un peu plus basses, pour répondre au talud que devoit avoir la risberme, dont ces palplanches assuroient la solidité.

Détail sur la construction de la même risberme. Pl. XIII & XIV.

778. L'espace qui régnoit entre ces cloisons fut ensuite creusé sur la profondeur de deux pieds au-dessous des ventrieres, pour y étendre un lit de terre glaise d'un pied d'épaisseur, bien corroyée & battue à la demoiselle, comme le montre le profil de la risberme rapportée en grand sur la planche XIV; après ce lit on en posa plusieurs autres de fascines piquetées & clayonnées comme à l'ordinaire, dans lesquels on enfonça des rangées de pilots T de six pieds de longueur sur 7 pouces de grosseur, servant à porter les traversines Z, encastrées

& chevillées avec les trois ventrieres pour former le grillage X recouvert d'un dernier lit de faſcinage garni de pierres, le tout lardé par de gros piquets ou plançons S qui rendoient, avec ce qui précede, cette risberme d'une réſiſtance à toute épreuve. On obſervera que pour qu'elle fût de longue durée, l'on a enclavé ſon grillage entre deux lits de faſcines, afin que n'étant jamais expoſé à l'air, il ne fût point ſujet à pourrir. On s'étoit d'abord propoſé de le couvrir d'un plancher de madriers, comme on en voit une partie au bas de la planche XIII; mais ce deſſein n'a pas eu ſon exécution. Au ſurplus, cette risberme fut encore prolongée de vingt-quatre pieds par un tiſſu de faſcinage Y armé de tunes & chargé de pierres, le tout affermi avec des plançons V; mais nous n'avons rapporté dans le profil qu'une partie de ce prolongement, faute de place. A l'égard de tout ce qui appartient à la conſtruction du fort, on en jugera par les articles du devis de M. de Vauban, qui ſervira en même tems de modele pour dreſſer ceux des ouvrages qui auront rapport à ce chapitre.

Devis de M. de Vauban pour la conſtruction du risban de Dunkerque.

Pl. XIII. & XIV. Après la risberme achevée & les matériaux aſſemblés en ſuffiſante quantité autour de l'ouvrage, les entrepreneurs feront approfondir la fondation du revêtement par petites parties d'une toiſe en quarré ou de deux à la fois, ſur la profondeur de deux pieds au-deſſous du ſommet des palplanches, c'eſt-à-dire auſſi bas que celle de la risberme; & à meſure que l'on arrivera à cette profondeur, on préparera l'aſſiette de la pierre, pour la loger auſſi-tôt que l'eſpace néceſſaire à la contenir ſera découvert & en état de la recevoir; ce qui ſera continué de ſuite & le derriere garni avec de gros blocs ou libages de quinze à vingt pouces de large ſur autant de long, & de ſix à 10 pouces d'épaiſſeur, juſqu'à ce que toute cette fondation ſoit achevée & arraſée à la hauteur des palplanches, garniſſant auſſi-tôt les joints de gros & menus moilons de Boulogne, poſés en bain de bon mortier par moitié de chaux vive nouvellement éteinte & miſe en œuvre auſſi-tôt avec autant de ſable pris ſur les lieux. Après le premier lit de libage, on en poſera un ſecond de même que le précédent, faiſant parement appuyé contre les palplanches, en garniſſant toujours les joints comme ci-devant.

779. Tout le corps de la fondation, après les deux premieres assises achevées, sera composé de bon moilon de Boulogne en bain de mortier dosé comme ci-devant, à l'extinction de la chaux près, qui sera faite & démêlée avec son sable deux jours auparavant, ensuite rebattue & reposée deux jours de suite avec très-peu d'eau avant que d'être mise en œuvre, ce qui sera très-ponctuellement observé dans toute la maçonnerie hors d'eau faite de ce mortier, dans lequel le moilon sera pressé de la main & du marteau, jusqu'à ce que la pierre ayant trouvé son lit, demeure en repos, faisant souffler le mortier de tous côtés par les joints, ce qui doit être ponctuellement observé dans toutes les façons de cet ouvrage.

Etablissement de la fondation du revêtement.

Tout le parement brut de la fondation sera composé de gros blocs esmillés & assis en boutisses & pannereſſes avec mortier de ciment, composé par moitié de chaux vive de Boulogne & de terrasse de Hollande bien choisie, passée par le tamis & battue long-tems avant que d'être mise en œuvre. Tout le parement réglé, aussi-bien que le brut, sera composé avec cette espece de ciment sur dix-huit à vingt pouces de large jusqu'à la hauteur de la seconde soubase, & le surplus de la maçonnerie en mortier de sable & de chaux de Boulogne jusqu'à la même hauteur.

780. Le reste du parement depuis la seconde soubase en haut, sera posé en bain de mortier de chaux de Boulogne sur la largeur de trois pieds, & le surplus de l'épaisseur du mur sera maçonné de mortier composé par moitié de chaux blanche de Boulogne sur autant de sable, ce que l'on continuera jusqu'à la parfaite élévation du revêtement.

Détail sur ce qui a été observé en élevant cette maçonnerie.

A la hauteur de trois pieds sur fondation, au niveau des palplanches, on fera deux assises en retraite, de neuf pouces chacune sur autant de hauteur, de pierre de taille de Landretun, grossierement débrutée sur les faces & proprement piquée & cizelée sur les joints, ensuite dequoi on fera parement net par assises réglées de cette pierre de taille piquée au gros poinçon sur les faces suivant les taluds du revêtement, bien dégrossie & très-soigneusement piquée & cizelée sur les joints qu'on aura soin de tenir un peu vuides & enfoncés, afin de les amoindrir tant qu'on pourra, & que la pierre en puisse mieux prendre le mortier.

Le parement sera de pierre de taille posée par assises ordonnées & continuées de huit à quinze pouces d'épais sur quatorze à dix-huit de queue, avec des boutisses de trois pieds de long

eſpacées de cinq en cinq pieds, le tout poſé en bain de mortier de ciment, & le ſurplus en bain compoſé de mortier ordinaire, obſervant d'employer toujours les aſſiſes plus épaiſſes les premieres, & de garder les moindres pour les dernieres.

A la hauteur de dix pieds au-deſſus de la derniere retraite, on poſera la premiere ſoubaſe de même qualité que le parement, faiſant chanfrain de quatre pouces ſur un de retraite; enſuite de quoi on continuera le parement de pierre de taille comme ci-devant, juſqu'à la hauteur de neuf pieds deux pouces au-deſſus de la premiere ſoubaſe, où la maçonnerie étant arraſée de niveau, on en poſera une ſeconde de dix pouces d'épais pareille à la premiere, & enſuite une aſſiſe de pierre au-deſſus, après quoi on fera parement net de brique bien choiſie, juſqu'à la hauteur de dix-huit pieds au-deſſus de la derniere ſoubaſe, laquelle hauteur ſera terminée par le cordon qui ſera accompagné de deux aſſiſes de pierre de taille, ayant huit à neuf pouces d'épais chacune; ſçavoir, une au-deſſus du cordon & l'autre au-deſſous.

Autre détail ſur ce qui a été ſuivi à l'égard de l'épaiſſeur du même revêtement.

781. Tout le derriere du parement de pierre de taille, à compter depuis la retraite juſqu'au-deſſus de la ſeconde ſoubaſe, ſera garni de brique par liaiſon réduite de quatre à deux, & le ſurplus du corps de la maçonnerie compoſé de moilon de Boulogne, mêlé d'un tiers de celui de Saint-Omer, depuis la derniere ſoubaſe en haut, le tout proprement aſſis à la main en mortier compoſé comme ci-devant.

De quatre pieds l'un, à compter depuis la derniere retraite, on traverſera toute l'épaiſſeur du mur & des contre-forts par des chaînes de cinq briques d'épaiſſeur poſées en bonne liaiſon, leſquelles chaînes ſeront toujours répétées de quatre pieds l'un, juſqu'à la hauteur du cordon, où toute la maçonnerie ſera arraſée de niveau, & le parapet enſuite élevé à-plomb, faiſant parement net devant & derriere, de la hauteur de quatre pieds & demi ſur le devant, de ſix ſur le derriere, & de l'épaiſſeur de huit.

Conſtruction du parapet & de ſes embraſures.

782. Ce parapet ſera de briques bien cuites & choiſies, poſées en bain de mortier doſé moitié par moitié de chaux de Boulogne ſur autant de ſable. Le ſommet ſera terminé par une aſſiſe de briques poſées de champ à petits joints bien cimentés, de même que les fonds des embraſures; il aura un pied & demi de pente vers le dehors, avec une cimaiſe de pierres de taille ſur le devant, de huit pouces dépais, de trois de ſaillie & de quinze à dix-huit de queue.

Ce parapet ſera percé d'embraſures eſpacées l'une de l'autre de ſeize pieds de milieu en milieu, meſurées intérieurement ſur la hauteur de deux pieds neuf pouces au-deſſus de la plateforme, penchant d'un pied & demi ſur le devant depuis l'étroit de l'embraſure juſqu'en dehors; leurs ouvertures auront environ cinq pieds par le devant, deux au plus étroit, & deux pieds huit pouces d'embrâſement ſur le derriere : les côtés ſeront élevés à plomb à parement de briques poſées en boutiſſes & panneresſes, obſervant premierement de faire des feuillures enfoncées de 4 pouces dans les piedroits des embraſures, & d'y attacher des gonds de part & d'autre pour y pendre des portieres à l'épreuve du mouſquet.

783. Le revêtement aura dix-huit pieds d'épais en fondation, ſeize & demi ſur la derniere retraite, quatorze pieds un pouce au-deſſus de la premiere ſoubaſe, onze pieds huit pouces au-deſſus de la ſeconde, & huit pieds au cordon.

Dimenſions qui ont été obſervées ne conſtruiſant le revêtement pour le rendre conforme au profil.

A l'égard des hauteurs, elles ſeront obſervées comme il s'enſuit : depuis la fondation juſqu'à la hauteur des palplanches, ou de la premiere retraite, deux pieds ; depuis la premiere à la derniere, un & demi ; depuis la derniere retraite juſqu'au ſommet de la premiere ſoubaſe, dix pieds ; depuis le ſommet de la premiere ſoubaſe juſqu'au ſommet de la deuxieme, dix pieds ; de la ſeconde au cordon, dix-huit pieds ; & du ſommet du cordon à l'extérieur du parapet, 4 pieds & demi : ce qui fait en tout quarante-ſix pieds depuis la fondation juſqu'au ſommet extérieur du parapet. Depuis la derniere retraite juſqu'au cordon, toute la maçonnerie aura pour talud un pied ſur cinq, non compris les retraites des ſoubaſes.

784. Le parement intérieur ſera fait de gros moilon de Boulogne eſmillé, poſé par aſſiſes de haſard ſoumiſes aux alignemens & élevées à-plomb depuis le bas juſqu'en haut. Les contreforts ſeront élevés en même tems que le revêtement auquel ils ſeront attachés en bonne liaiſon, & fondés un pied au-deſſous du niveau des palplanches ; ils auront douze pieds de long, huit d'épais en racine, cinq à la queue, & ſeront eſpacés de treize pieds de milieu en milieu ; quant à la hauteur, elle ſera terminée à trois pieds au-deſſous du niveau du cordon.

Détail ſur ce qui regarde le parement intérieur & la conſtruction des contreforts.

La maçonnerie des contreforts ſera de parpain & moilon aſſis à la main & poſé en bain de mortier compoſé de chaux blanche de Boulogne ſur deux fois autant de ſable bien démêlé & raſſis de quelques jours avant que d'être mis en œuvre.

Leur parement ſera élevé à-plomb de tous côtés & par aſſiſes ordonnées; il ſera bien réparé ſur les joints avec des chaînes de brique.

Poſition des guérites de maçonnerie, & de la porte pour l'entrée du fort, avec ce qui a été obſervé en la conſtruiſant.

785. Sur chaque angle on fera une guérite de figure ronde, de quatre pieds & demi de diametre dans œuvre, ayant un cul-de-lampe de pierre de taille, prenant ſa naiſſance à trois pieds au-deſſous du cordon: le corps de la guérite ſera fait de briques liſſées & bien choiſies, avec les lucarnes néceſſaires; il y aura un égout au bas pour l'écoulement des eaux, une petite corniche au-deſſus de laquelle s'élevera la toiture en dôme, couverte de plomb, rehauſſée d'une petite lanterne couverte de même; le tout ſurmonté d'une fleur-de-lys.

A deux pieds au-deſſus de la premiere ſoubaſe, on fera la porte directement tournée du côté de la citadelle, de quatre pieds & demi de large, avec ſes piédroits & battées de pierre de taille, dans leſquelles ſeront placés les gonds & pentures de cette porte qui ſe fermera à deux venteaux. Sur le milieu du paſſage on fera encore des pilaſtres & battées pour une ſeconde porte de même que la précédente, & ſur le derriere un enchâſſement & une feuillure dans le mur qui doit ſoutenir le terreplein, pour paſſer une couliſſe ou petite herſe à couvert, avec un tour pour la lever, lequel ſera enfermé dans une petite chambre faite exprès. On percera de plus des trous dans les feuillures du devant pour y loger des poulies & des tours au dedans du paſſage, pour ſervir de levée à une planche dont le bout ira appuyer ſur une plate-forme de bois qui ſera élevée à pareille hauteur que la porte, avec un eſcalier auſſi de bois pour monter & deſcendre de la risberme au fort, & du fort à la risberme. En conſidération de cette planche on aura ſoin d'enfoncer le tableau de la porte qui ſera de pareille grandeur de trois à quatre pouces par en haut, afin qu'elle puiſſe s'y loger, & de ménager au-deſſus un boſſage de pierre de taille de ſix pieds en quarré ſur ſept à huit pouces de ſaillie, pour y ſculpter les armes & deviſes de ſa majeſté, ce qui ſera pareillement obſervé ſur les deux autres angles de la place. A côté du paſſage on fera des retraites de part & d'autre d'un pied & demi d'enfoncement, pour retirer les ſoldats qui aſſiſteront à ſa fermeture.

Au ſurplus, le paſſage ſera bien pavé & voûté par-deſſus, avec les rampes & eſcaliers de pierres de taille néceſſaires à pouvoir monter commodément dans la cour du château.

Des égouts

786. On aura auſſi ſoin de ménager les égouts & gargouilles

néceſſaires, de les faire en élevant la maçonnerie, & de diſpoſer en conſéquence la pente des eaux du dedans, afin qu'on n'en ſoit point incommodé. L'ouverture de ces égouts par dehors ſera de ſept à huit pouces en quarré ; on aura ſoin de les faire paſſer par les caves des privés, & d'en terminer la ſortie par une gargouille de pierre de taille qui emportera les eaux à quatre pieds loin de la muraille; leurs ſorties ne ſeront pas plus élevées que la hauteur des communes marées, afin que la mer y puiſſe entrer & nétoyer les immondices qui s'y trouveront.

& gargouilles menagés dans l'épaiſſeur du rempart pour l'écoulement des eaux.

787. Avant que de terraſſer le revêtement on fera les fondemens de tous les bâtimens, afin d'éviter autant qu'on le pourra de remuer deux fois les ſables. Le gros mur qui doit ſoutenir le terreplein aura huit pieds d'épais en fondation, ſept à l'arrachement de la voûte, ſix au-deſſus de cette voûte, cinq au-deſſus du premier étage, & quatre & demi au deuxieme ; la maçonnerie ſera de paipain de moilon de S. Omer, poſé en mortier ordinaire & traverſé de liaiſon de brique, comme celui du gros revêtement; à l'égard de ſon parement intérieur, il ſera élevé à-plomb & fait entiérement de brique choiſie & proprement miſe en œuvre, avec tous les arrachemens & attentes néceſſaires pour la liaiſon des voûtes & des murs de refend qui doivent être élevés contre. La partie de ce mur qui ſurmontera le terreplein ſera auſſi élevée à-plomb, à parement de brique, avec trois aſſiſes de doubles quarreaux de Boulogne poſés au rez du terreplein, pour empêcher les goutieres de pourrir la brique par le rejailliſſement des pluies; pour cette raiſon il faudra paver le circuit des bâtimens d'une demi toiſe de large ſur le terreplein. L'épaiſſeur des murs enfondation des bâtimens ſera de trois pieds aux murs de clôture, & de deux pieds pour les murs de refend; quant à leur qualité, elle ſera la même que celle du corps du revêtement.

Etabliſſemens des bâtimens adoſſés au rempart, puits & citernes.

On fondera deux citernes & un puits qui ſera élevé en même tems que les revêtemens. Au ſurplus, après tous ces revêtemens achevés, l'entrepreneur ſera obligé de refaire par-tout les joints qui auront été dégradés par le battement du flot & par les gelées, & de les proprement cirer chacun avec les mortiers qui leur conviendront, après avoir auparavant fait dégrader avec un fer crochu tout ce qui ſe trouvera gâté ; ſi pour ſe mieux aſſurer à l'avenir, il étoit néceſſaire de les calfater de mouſſe avec de petits ciſeaux de bois & de les cirer après, il ſera pareillement obligé de le faire.

Observation sur le déblai & le remblai des terres qui ont eu lieu dans le cours de la construction du fort.

788. Avant que de travailler aux terres, l'entrepreneur sera obligé de faire faire la grosse maçonnerie de toutes les fondations des bâtimens qui lui seront indiqués, comme il est dit ci-devant. Tous les sables qui proviendront de l'excavation des fondemens, tant de la risberme que des revêtemens, seront transportés dans le centre de la place, dont le niveau sera élevé dix-sept pieds au-dessus de la derniere retraite du gros revêtement, & ensuite bien pavé après que les sables auront pris leur assiette. Et comme les sables qui proviendront de l'excavation des fondemens & de la risberme ne suffiront pas à beaucoup près pour fournir la quantité qui sera nécessaire à remplir le dedans de la place & former son rempart, les entrepreneurs feront prendre au loin celui qui leur manquera; il sera choisi le plus gras & le plus humide qu'on pourra trouver, observant sur toutes choses de ne rien approfondir aux environs de la risberme plus bas que son extrêmité, de crainte des accidens qui en pourroient arriver.

Maniere dont les terres ont été employées pour former le corps du rempart.

789. A l'égard du rempart qui doit être compris entre les deux revêtemens, on aura soin de fasciner entre les contreforts de pieds en pieds avec du bois de douze à treize pieds de long, & de six à sept ans de coupe, lequel sera posé brin à brin, le gros bout contre les murs, sur des assiettes égales, & de couvrir ensuite ces fascinages d'un pied de sable bien battu, sur lequel on posera après un autre lit de fascines qui sera pareillement recouvert de sable comme ci-dessus, ce qui sera observé aux deux revêtemens depuis le bas jusqu'à la hauteur du cordon. Après avoir bien rangé & mis les sables de niveau, on couvrira le tout d'un double lit de gazon plat bien herbu, & le plus gros que l'on pourra trouver; ensuite de quoi on fera une plate-forme de charpenterie tout au tout du fort pour l'usage du canon, de trois toises de large, avec des madriers de deux pouces & demi d'épais, portés & cloués sur des gîtes de sept à huit pouces d'équarri, espacés à deux pieds l'un de l'autre, avec un heurtoir gissant le long du parapet pour arrêter le roulement des pieces; observant de donner trois ou quatre pouces de pente à la plate-forme du derriere au-devant, & de la bien goudronner & sursemer de limaille de fer pour l'empêcher de se gâter; la largeur du rempart sera de six toises, à compter du parapet au derriere des bâtimens, & sa hauteur égale à celle du cordon.

Position des caliers pour monter.

790. Au côté de l'entrée du fort opposé au corps-de-garde, on fera un escalier de maçonnerie de brique avec les marches de

de pierre de taille, à double rampe, de quatre pieds & demi de large chacune, pour monter de la place d'armes ſur le rempart; on en fera encore deux autres de pareille grandeur ſur les deux angles de la place, obſervant de donner un pied de giron à chaque marche ſur ſix pouces de haut avec des repos ſur les retours, comme il eſt marqué au plan. *ſur le rempart.*

Sur le haut du rempart, du côté qui regarde la citadelle, on laiſſera dans le parapet une ouverture de dix pieds de large, qui ne fermera qu'avec une barriere, pour faire paſſer le canon & autres gros fardeaux qu'on montera dans le fort au moyen d'une grue faite exprès. On fera cette breche le plus près de l'eſcalier que l'on pourra, afin que l'on ait plus de facilité pour deſcendre ce que l'on aura beſoin dans le fort.

791. Tous les bâtimens ordonnés, tant pour le logement du commandant, des canoniers & de la garniſon, que pour les caves, magaſins, chapelle, tour de fanal, cîterne, puits, privés, & pavés, ſeront tous bâtis aux dépens des entrepreneurs, ſuivant les plans & profils particuliers qui en ſeront dreſſés, & leur ſeront payés ſuivant le prix dont on conviendra avec eux, parce que ſouvent il arrivera au commencement de cet ouvrage, que la mer dans le gros tems rompra quelques parties de la maçonnerie & y cauſera du déſordre. Quand ces accidens arriveront & qu'il n'y aura point de la faute des entrepreneurs, on toiſera ce qui ſera dérangé, & ſi ce dommage ſe trouve monter à plus de deux toiſes cubes, il leur ſera tenu compte du ſurplus comme ouvrages achevés, bien entendu que déduction leur ſera faite ſur le prix, de la valeur des matériaux qui reſteront ſur la place, & qui pourront être employés une ſeconde fois. *Sujétion de l'entrepreneur à l'occaſion des bâtimens civils de ce fort.*

792. M. de Vauban n'ayant point fait mention dans ce devis des précautions qu'on devoit prendre pour garantir l'ouvrage des avaries qu'une groſſe mer peut cauſer dans le cours de la conſtruction, où il arrive ſouvent qu'elle détruit en une heure plus d'ouvrage qu'on n'en a fait pendant pluſieurs jours, je crois devoir ajouter ici que pour fonder à marée baſſe ſans batardeaux, on ne peut guere ſe diſpenſer de couvrir la piece qu'on veut conſtruire par une file de pilots, frappés à deux pieds d'intervalle au plus, afin de recevoir & de rompre le coup de lames, principalement du côté du large, où il ſuffira peut-être de ſe contregarder; mais il faut enfoncer ces pilots dans un lit de faſcinage bien piqueté & tuné, & leur donner autant de fiche qu'il en faudra pour qu'ils ſe maintiennent contre les tourmentes *Obſervation ſur la maniere de garantir des avaries d'une groſſe mer, les ouvrages qu'on veut y fonder.*

de la mer, autrement elle les auroit bientôt déracinés; c'eſt pourquoi ils ne peuvent être mieux placés qu'au pied de la risberme, d'où on les arrachera enſuite, ſi au lieu de les y laiſſer à demeure on veut s'en ſervir à une autre fin. Il eſt vrai que ce préſervatif occaſionnera une dépenſe qui ne ſera peut-être pas médiocre; mais peut-on la faire plus utilement? Il faut auſſi avoir grand ſoin de bien arraſer l'ouvrage toutes les fois qu'on le quittera, pour ne rien laiſſer d'éminent qui donne priſe à la mer,& couvrir la maçonnerie avec des peaux de bœuf chargées de groſſes pierres; on ſe ſervira dans certains cas de clayes diſpoſées en glacis du côté de la mer, & on les arrêtera du mieux qu'il ſera poſſible.

SECTION II.

Où l'on décrit le fort de revers & le fort blanc, conſtruits anciennement pour la défenſe du port de Dunkerque.

Raiſons qui ont engagé de conſtruire la batterie ou le fort de revers. Avantage de ſa figure, eu égard à ſa poſition. Pl. XV.

793. L'eſplanade de la citadelle étant la partie des environs de Dunkerque qui méritoit le plus d'attention, à cauſe de ſon voiſinage du canal qui répondoit anciennement à la foſſe de Mardick, dont les ennemis pouvoient ſe prévaloir, & le feu de la face du risban qui regardoit ce côté-là ne ſuffiſant point pour en impoſer dans un ſi grand éloignement, le roi ordonna, en 1689, que l'on fît un nouveau fort entre le précédent & la citadelle. Comme le point eſſentiel étoit de lui donner une forme qui le rendît capable de remplir plus d'un objet à la fois, M. de Vauban n'en trouva point qui lui convînt mieux que de le faire à queue d'hironde, afin que ſes branches donnaſſent lieu à deux batteries chacune de huit pieces, la premiere pour prendre des revers ſur l'eſplanade précédente & en balayer l'eſtran, la ſeconde deſtinée à remplir le même effet ſur le côté qui regardoit Nieuport; on ne réſerva la tenaille qu'il avoit en face que pour un feu de mouſqueterie ſervant à défendre la jettée d'oueſt, parce que ſi l'on avoit diſpoſé ſon parapet à recevoir du canon, il auroit pu devenir contraire au risban & au fort de bonne-eſpérance. On jugera de la vraie poſition de cette piece par rapport à la jettée adjacente & au château-gaillard, en conſidérant la troiſieme figure de la planche XV, où elle eſt mieux orientée que ſur le plan général.

794. Quant à la ſeconde figure, on voit qu'elle repréſente ſi nettement ce fort que ce ſeroit vouloir prdre du tems que de s'amuſer à le décrire, puiſqu'il ne faut que des yeux pour en juger à l'aide du profil qui l'accompagne, où l'on voit que le bâtiment avoit des logemens ſouterrains voûtés à l'épreuve de la bombe, diſtribués ainſi que ceux du rez-de-chauſſée, comme on en jugera ci-après en parlant du fort blanc. D'ailleurs nous avons deja dit qu'en conſtruiſant cette piece on s'étoit conformé pour la main-d'œuvre à ce qui eſt enſeigné dans le devis précédent, c'eſt pourquoi je ne m'y arrête point, de crainte d'ennuyer par des détails trop répétés. J'ajouterai ſeulement qu'on a frappé deux files de palplanches tout autour de la fondation, l'une au pied (comme dans l'art. 777), la ſeconde à ſix ou ſept pieds de la premiere, & qu'après avoir fait une risberme compoſée de faſcinage piqueté & tuné, recouverte d'un grillage dont les compartimens furent remplis de pierres bien ſerrées & poſées de champ comme à l'ordinaire, on a enfoncé autour du bord des parties les plus ſaillantes de cette risberme une troiſieme file de palplanches, pour mieux garantir le tout du courant des marées, ce qui eſt à mon gré une fort bonne méthode.

Deſcription des principales parties de de ce fort. Pl. XV.

795. A l'égard de la figure quatrieme, elle repréſente une *baliſe* ou *bouée*, faite de *merain* & cerclée de fer, compoſant une maniere de tonneau conique renverſé, creux, & bien étanche, ayant pour axe une perche ſervant à porter une banderole qui indique aux navigateurs la poſition des bancs de ſable, ou les écueils dont ils doivent ſe garantir en abordant un port où il s'en rencontre, parce que ces baliſes qui flottent ſur l'eau répondent à un cable ou une chaîne de fer attachée à une groſſe pierre qui les retient en place. Au reſte cette figure, qui n'a point de rapport au ſujet préſent, n'a été placée ici que pour occuper un eſpace qui ſe trouvoit vacant ſur la planche qui vient de nous fixer.

Deſcription d'ume baliſe ou bouée flottante. Pl. XV. fig. 4.

796. Les efforts qu'avoient fait les ennemis de la France en 1694 & 1695 pour ruiner le port de Dunkerque, (art. 46 & 47) ayant été rendu inutiles par la belle défenſe des forts vert & de bonne-eſpérance, ſoutenus de l'artillerie du risban, firent juger que les puiſſances maritimes ne s'en tiendroient pas là, & qu'elles n'épargneroient rien dans la ſuite pour parvenir à leur fin; que par conſéquent il falloit rendre l'accès de ce port plus redoutable que jamais, ſur-tout la partie du rivage du côté de l'eſt, qui étoit la plus dénuée de protection, au lieu

Raiſons qui ont obligé de conſtruire le fort blanc de Dunkerque dans la poſition où il étoit. Pl. XVI. fig. 2, 3 & 4.

que celle d'oueſt étoit devenue inacceſſible, par les forts dont nous venons de parler. Ainſi pour faire régner l'équilibre dans la défenſe, le roi ordonna en 1701 la conſtruction du fort *blanc*, qui fut auſſi nommé le *petit risban*, ſitué à l'eſt, à cent toiſes en-deçà de la laiſſe de baſſe mer, à ſix cens cinquante toiſes de la place, & à-peu-près à la même diſtance du fort vert. En effet, la guerre qui ſe déclara alors au ſujet de la ſucceſſion d'Eſpagne rendoit Dunkerque plus important que jamais aux intérêts de la France: c'eſt ce qui porta Louis le Grand à ne rien épargner pour achever de mettre cette place dans l'état le plus reſpectable, comme nous l'avons expliqué dans le ſecond chapitre du volume précédent (art. 55 & ſuivans).

Je paſſe ſous ſilence les précautions qui furent priſes pour garantir le pied de ce nouveau fort des dommages que la mer pouvoir lui cauſer, puiſqu'on a ſuivi en tout point ce qui avoit été pratiqué en fondant le risban; ainſi je me bornerai à une ſimple deſcription de ce fort. Son plan montre qu'on lui avoit donné à-peu-près la forme de celui de bonne-eſpérance, pour qu'il pût préſenter ſur un même front, du côté de la rade, une batterie de 12 à 13 pieces de gros canon, ſans parler de ſix autres qu'on pourroit placer à ſa gorge pour en défendre l'accès & prendre des revers ſur le front de Nieuport, le long de l'eſtran.

Deſcription de ce fort, avec ſes principales propriétes.

797. La ſoubaſe de ce fort ayant été élevée à trois pieds au-deſſus des plus hautes marées, on pratiqua à 15 pieds au-deſſus de la retraite, la porte d'entrée A dans le flanc gauche de la gorge, parce que regardant la ville il étoit moins découvert que l'autre. A cette hauteur on fonda en même tems ſur le remblai qu'on avoit fait à meſure que le revêtement s'élevoit, des ſouterrains à l'épreuve de la bombe, conſiſtant, au paſſage AB de la porte pour joindre l'eſcalier BCD par où l'on montoit ſur la plate-forme, en un grand corps-de-garde E, un entrepôt F pour les munitions de guerre & de bouche, un magaſin à poudre G, une caſmate H répondant à une embraſure I pour loger une piece de canon, une cîterne, dont l'entrée étoit dans un coin Y du rempart. Ces ſouterreins étoient éclairés par quatre crénaux K ſervant à découvrir ce qui ſe paſſoit ſur l'eſtran, qui étoit le chemin qu'on ſuivoit pour communiquer à la ville dans le tems de la baſſe mer, parce qu'on ne pouvoit, quand elle étoit haute, s'y rendre par bateaux, qui ſe fuſſent briſés en arrivant près du fort.

Pl. XVI. fig. 2, 3 & 4.

Au-deſſus étoit le logement ordinaire du poſte, ayant un petit magaſin L, une chambre M pour les canoniers, une autre N pour les officiers, un corps-de-garde O pour les ſoldats, où étoit un poële, enfin des latrines P ménagées au-deſſus d'un des égouts. Aux deux côtés de ce bâtiment étoit une plate-forme Q un peu ſupérieure à celle du fort, répondant aux embraſures V & T qui défendoient la gorge, indépendamment de trois autres X qu'on tenoit maſquées pour ne s'en ſervir que dans le cas d'une attaque au front de la place du côté de Nieuport. Au ſurplus, il y avoit derriere le bâtiment un chemin de ronde ou belvedere S, où l'on montoit par les rampes R. A l'égard de la plate-forme Z, elle étoit compoſée d'un nombre ſuffiſant de gîtes ou lambourdes de 18 pieds de longueur ſur ſix & huit pouces de groſſeur, ſervant à recevoir un bordage de 3 pouces attaché avec des clous de ſept à huit pouces; chaque embraſure accompagnée d'un heurtoir de dix & douze pouces d'équariſſage. Quant à la figure premiere de cette planche, ainſi que celle qui eſt déſignée par Z, on ſe rappellera qu'elles ont été expliquées en parlant des jettées de Dunkerque, (art. 738), que par conſéquent elles n'ont rien de commun avec ce que nous traitons préſentement. Pl. XVI. fig. 4.

Deſcription d'un fort de maçonnerie qui avoit été projetté pour être conſtruit en la place de celui de charpente qu'on nommoit de bonne-eſpérance.

798. Vers l'an 1710, environ 25 ans après qu'on eut bâti les forts de charpente qui étoient à la tête des jettées, ils étoient devenus ſujets à des réparations ſi fréquentes & ſi diſpendieuſes, que le roi avoit formé le deſſein de les faire renouveller en maçonnerie; ce qui fut arrivé auſſi-tôt après la paix, ſi la démolition du port n'en étoit devenue la fatale ſuite. Comme le projet qui fut fait pour celui de bonne-eſpérance nous fournit un nouvel exemple de ce que l'on peut ſuivre de mieux en pareil cas, je l'ai rapporté ſur la planche XVII, dont voici l'explication. Pl. XVII. fig. 1, 2 & 3.

Les figures relatives à ce projet ayant ici la même échelle, il a fallu, pour les comprendre ſur une ſeule planche, ne rapporter qu'une partie du plan répondant aux bâtimens qui ſont à la gorge; cependant on jugera aiſément du tout en conſidérant celui du fort blanc auquel il devoit être ſemblable, mais beaucoup plus grand; car il auroit eu ſur ſa baſe cinquante toiſes de front, de l'eſt à l'oueſt, & vingt de largeur priſe perpendiculairement ſur le milieu de la courtine de ſa gorge, au lieu que celui de bonne-eſpérance n'avoit que vingt-huit toiſes dans le premier ſens, & douze dans le ſecond.

Inconvéniens des forts de charpente.

799. Il réſulte du produit de ces grandeurs priſes de part & d'autre, que le nouveau fort auroit eu une capacité triple de celle de l'ancien, & par conſéquent beaucoup plus avantageuſe pour la défenſe ; car il faut avouer que les forts de charpente ſont expoſés à de terribles accidents dans le cas d'un bombardement, par l'inconvénient de ne pouvoir mettre les poudres à couvert, ſur-tout quand ils ne ſont point à portée d'être promptement ſecourus ; ſans parler de leur peu de durée, ni des incendies auxquels ils ſont expoſés. C'eſt pourquoi le ſouverain ne peut que gagner en les faiſant d'abord de maçonnerie, puiſque ſi l'on a égard à l'entretien de ceux de charpente pendant vingt ans ſeulement, on verra que la dépenſe eſt à-peu-près la même ; c'eſt de quoi l'on s'eſt convaincu dans ces derniers tems pour tous les ouvrages qui ſe font dans les ports de mer, où d'ailleurs les bois ſont devenus hors de prix, ayant augmenté par-tout beaucoup plus à proportion que les autres matériaux. Auſſi n'en ai-je fait mention à la fin du chapitre troiſieme, que par le rapport qu'ils avoient avec les jettées de Dunkerque, & pour mettre les jeunes ingénieurs en état de raiſonner ſur ce qui pouvoit donner de l'étendue à leurs connoiſſances, rencontrant toujours quelque choſe à mettre à profit dans l'occaſion.

Remarques ſur le projet précédent, & en général ſur les forts bâtis à la mer. Pl. XVII.

800. Comme le fort projetté devoit occuper la place de l'ancien, qui s'étoit parfaitement conſolidée par le rapport des ſables que la mer avoit dépoſés dans les vuides qui s'étoient trouvés parmi le faſcinage & les pierres du grillage qu'on avoit étendu ſur toute la baſe, on a cru avec raiſon qu'on pouvoit en toute ſûreté aſſeoir cette piece ſur un auſſi bon fond, quoiqu'il ne paroiſſe pas tout-à-fait tel au bas des figures 1 & 2, où l'on ne voit qu'un ſimple faſcinage par la faute du deſſinateur qui n'a pas bien rendu la nature de ce fond ; mais ſans y avoir égard, il ſuffit de dire que ſi ce fort avoit eu ſon éxécution, on eût commencé par enfermer ſa baſe dans un encaiſſement de palplanches battues tout autour de la fondation, garantie d'ailleurs par une bonne risberme. Au reſte, ſans entrer dans le détail de ce qu'on eût ſuivi pour ſa conſtruction, il ſuffit de conſidérer ſes profils pour voir que le bâtiment devoit avoir au-deſſous un grand ſouterrein à l'épreuve de la bombe & à l'abri des plus grandes marées, au-deſſus deſquelles il ſe fût trouvé élevé ; d'ailleurs qu'il devoit répondre d'une part à un magaſin à poudre ménagé derriere un des flancs, tandis que la citerne ſeroit adoſſée contre l'autre.

Quant à la distribution des logemens, on en sentira l'objet en se rappellant ce que nous avons dit à l'occasion de ceux des forts précédens, c'est pourquoi je ne m'y arrête point, non plus qu'à ce qui est aisé à imaginer.

Il se rencontre quelquefois sur le bord du rivage, & même dans la rade d'un port, des emplacemens merveilleux pour y bâtir des forts & des batteries sur des rochers ou petites isles, comme il y en a un grand nombre d'exemples sur les côtes de France & ailleurs; alors il est bien avantageux d'en pouvoir profiter & d'être dispensé de grandes dépenses qu'occasionnent toujours les ouvrages fondés dans la mer. Comme il n'y a point d'autre regle à suivre en pareil cas que celle que l'on peut tirer de la bonté de son jugement pour disposer les choses selon les vues d'une défense relative à la situation des lieux, & aux considérations que j'ai fait appercevoir dans le quatrieme chapitre, (art. 707) j'y renvoie, n'ayant eu en vue dans celui-ci que ce qui appartenoit à Dunkerque, afin de remplir mes engagemens au sujet de cette place.

SECTION III.

Description de la tour de Cordouan.

801. Depuis les superbes phares bâtis par les anciens, il n'en a point paru de plus auguste ni de plus important que la fameuse tour de Cordouan, située sur un rocher formant une isle dans la mer à l'embouchure de la Garonne, pour faciliter l'entrée & la sortie des vaisseaux dans les deux rivieres de Garonne & de Dordogne. Sans cette tour, la plupart des navires feroient naufrage: elle sert de balise pendant le jour, & de fanal pendant la nuit, pour guider les bâtimens & les empêcher de donner sur les bancs de rochers qui s'y trouvent en quantité. Il n'y a dans cette embouchure que deux passes, l'une appellée *le pas des anes*, entre la Saintonge & la tour de Cordouan, & l'autre entre la même tour & le Medoc, nommée *le pas de grane*, toutes deux également dangereuses; car quand les vaisseaux y sont surpris par un gros tems de vent d'oueſt, ils ne peuvent éviter de périr sur la côte, quelque manœuvre qu'ils puissent faire pour échapper. Cette tour est à 45 degrés 35 minutes de latitude, & à 16 degrés 53 minutes de longitude, à deux lieues de Bordeaux, sur un rocher qui peut avoir en basse

Position & importance de la tour de Cordouan.

mer cinq cens toiſes de long du ſud au nord, & deux cens cinquante de large de l'eſt à l'oueſt. Tous ſes environs ſont remplis de *mathes*, nom que l'on donne à des rochers que la mer couvre de trois ou quatre pieds d'eau, contre leſquels les vagues trouvant de la réſiſtance, s'élevent très-haut, & ſe choquent avec un fracas épouvantable, ce qui rend l'accès de cette tour des plus difficile. Il n'y a que les chaloupes de trois tonneaux qui peuvent y venir par un ſeul endroit large d'environ ſoixante toiſes & à cent de la tour, où il ſe trouve un ſable ſur lequel elles viennent échouer au moment de la baſſe mer qu'il faut ſaiſir: tout le reſte n'eſt que rochers, où pas une n'oſeroit aborder.

Hiſtoire & deſcription de cette tour.

802. Cette magnifique tour, élevée de cent ſoixante & neuf pieds au-deſſus de ſes fondemens, a été bâtie ſous le regne d'Henri II, par Louis de Foix, célebre architecte François, qui la commença en 1584, & la finit ſous Henri IV, en 1610. Les navigateurs eſtiment ce phare le plus beau de l'Europe, n'en connoiſſant point de plus magnifique & d'une exécution auſſi hardie. Il eſt ſeulement fâcheux qu'un auſſi bel édifice ſoit placé dans le lieu le plus ingrat du monde, qui ne méritoit point aſſurément la dépenſe qu'on y a faite; mais voilà comme en uſent aſſez ordinairement ceux qui ne ſont qu'architectes, qui mettent ſans diſtinction des ornemens par-tout, ſans trop ſe ſoucier de remplir l'objet principal.

Pl. XVIII. & XIX.

On voit par le plan de la plate-forme de cette tour, qu'elle eſt renfermée dans une enceinte circulaire, contre laquelle ſont appuyés pluſieurs bâtimens à l'uſage des quatre gardiens entretenus perpétuellement pour allumer le feu de la lanterne; ils y ont des vivres pour ſix mois & de l'eau en abondance, provenant de celle qui tombe ſur la tour, & qui ſe rend dans une belle cîterne.

Au milieu de cette platte-forme eſt le rez-de-chauſſée de la tour compoſée d'une grande chambre, de deux garde-robes & petites pieces, le tout bien voûté; au-deſſous ſont des caves & la cîterne. Le premier étage, que l'on nomme l'appartement du roi, comprend un veſtibule, une grande ſalle acompagnée de deux garde-robes & autres commodités. Le ſecond étage eſt occupé par la chapelle, où un Récolet de Royan vient dire la meſſe quand le tems le permet. On y voit le buſte de Louis XIV, & celui de Louis XV, placés en 1735, avec une grande inſcription latine, contenant un abrégé de l'hiſtoire de cette tour;

tour ; on y remarque auſſi le buſte de Louis de Foix. Je ne dis rien du dôme ni de la lanterne qui ſont au-deſſus, non plus que de la belle architecture qui en fait la décoration intérieure & extérieure, étant aiſé d'en juger par l'inſpection du profil & de l'élévation ; j'ajouterai ſeulement que les armes de France ſont ſur le fronton du premier étage, accompagnées de deux figures en pierre, dont l'une repréſente Mars avec ſes attributs ordinaires, & l'autre une femme tenant en main une palme, & de l'autre une couronne à diadême. Plus bas ſont deux niches, dont celle de la droite comprend le buſte d'Henri II, & celle de la gauche celui d'Henri IV ; quant au portique, il eſt à l'eſt ſud-eſt, vis-à-vis la porte de l'entrée ; à l'oueſt eſt l'eſcalier de la tour, pratiqué en partie dans l'épaiſſeur du mur & le reſte en dehors.

Accident arrivé à la lanterne de cette tour, & de quelle maniere on l'a réparé.

803. Depuis plus d'un ſiecle cette tour faiſoit l'admiration de tous les connoiſſeurs, lorſqu'à la longue le feu ayant calciné le pourtour des murs de la lanterne, la cour ordonna en 1717 que, pour prévenir ſa chûte, on la démoliroit & qu'on établiroit le foyer au-deſſous, au lieu qu'il ſemble qu'on auroit pu la réparer en reprenant ſous œuvre ce qui avoit été endommagé ; on ne tarda guere de ſe repentir d'en avoir uſé de la ſorte, car la lanterne ne fut pas plutôt ſupprimée, que toute la marine ſe plaignit de ne plus appercevoir le phare à la diſtance de deux lieues en mer, comme auparavant.

Les choſes étoient en cet état, lorſqu'en 1720 la tour de Cordouan, qui étoit de l'intendance de la Rochelle, paſſa dans celle de Bordeaux ; alors M. le comte de Toulouſe, amiral de France, & M. le maréchal d'Asfeld, directeur des fortifications, donnerent la direction de cette tour à M. de Bitri, ingénieur en chef de Bordeaux, qui s'appliqua à rechercher les moyens d'en rétablir l'ancienne hauteur par une lanterne qui ne fût point ſujette aux mêmes inconvéniens que la précédente, dont un des plus eſſentiels étoit d'avoir de ſi larges trumaux, qu'ils interceptoient une bonne partie de la lumiere que le feu rendoit. M. de Bitri penſa que le meilleur parti pour rétablir le fanal, étoit d'y élever une lanterne de fer faite en dôme ; c'eſt ce qui a été exécuté en 1727 avec tout le ſuccès qu'il s'en étoit promis, comme on en peut juger par la figure quatrieme, comprenant le profil de cette lanterne aſſiſe ſur le ſommet AB du dôme, diſpoſé comme le montre la figure ſixieme, qui eſt une baſe compoſée de neuf groſſes pierres liées avec du mortier de ci- Pl. XIX.

ment & des crampons de fer ſcellés en plomb.

Détail de ce qui a été ſuivi pour la conſtruction de la nouvelle lanterne qu'on y voit préſentement.

804. Elle eſt portée par quatre piliers de fer M de trois pouces & demi par en bas, réduits à deux & demi par le haut, élevés de quinze pieds, formant enſemble une cage de huit pieds & demi de diametre; ces piliers ſont entretenus au ſommet avec un cercle de fer DF exprimé par la figure 1 : ils ſont enclavés & ſcellés en plomb par en bas à ſix pouces de profondeur dans la pierre, & arcboutés par des liens N, appuyés ſur des tirans OP qui ſe rencontrent en croix à la hauteur de la corniche du dôme & du rez-de-chauſſée de ſa galerie; la plate-forme eſt entourée d'une baluſtrade, & le tout eſt couronné d'un petit dôme dont la baſe eſt faite en cul-de-lampe DEF de figure conique, couvert de tole, dont la pointe E eſt elevée de neuf pieds au-deſſus du foyer, pour que la lumiere du feu réfléchiſſant ſur la ſurface de ce cone, augmente ſa force & ſe faſſe appercevoir de plus loin, comme cela arrive en effet.

Sur cette lanterne, il y en a une autre plus petite GIKH, de cinq pieds de hauteur & de trois & demi de diametre, ayant pour baſe la figure troiſieme; au-deſſus eſt un globe L de trois pieds trois pouces, dont l'axe ſert d'aiguille à la girouette. Pl. XIX. Le deſſus du dôme de la lanterne, de même que les cercles de fer qui forment la carcaſſe du globe, ſont couverts de plomb peint par trois couches de blanc de céruſe, afin que le tout s'apperçoive plus diſtinctement : quant au foyer, il eſt compoſé d'un réchaut contenant 225 livres de charbon de terre qu'on allume tous les jours au coucher du ſoleil, & le feu dure toute la nuit. L'ancien réchaut étoit trop petit, l'on n'y brûloit que du bois de chêne, qui à la vérité jettoit une grande flamme, mais ne duroit guere que trois heures. La hauteur actuelle de cette lanterne au-deſſus de ſa baſe, eſt d'environ vingt-quatre pieds de plus que n'avoit l'ancienne; de ſorte que le phare a préſentement cent ſoixante-quinze pieds de hauteur depuis ſa baſe juſqu'à la girouette.

Deſcription de deux autres fanaux plus ſimples que le précédent.

805. Comme ce n'eſt point toujours la majeſté d'un édifice qui en augmente les propriétés, on s'eſt contenté, dans preſque tous les endroits où un fanal étoit néceſſaire, d'y élever une ſimple tour portant une lanterne pour éclairer de loin; telle eſt, par exemple, la tour des Baleines dans l'iſle de Rez, dont nous rapportons les devéloppemens (Pl. XIV, fig. 1, 2, 5 & 6), qui ſuffiſent pour en juger. On fera ſeulement attention que la lanterne de ce fanal a le même défaut qu'avoit

Pl. XIV.

l'ancienne de la tour de Cordouan, je veux dire des trumaux trop larges, qui abſorbent plus de moitié de la lumiere; mais il y a apparence que l'on profitera de l'exemple précédent, comme l'unique à ſuivre en attendant mieux; car que ſçait-on ſi dans la ſuite on ne découvrira point quelque phoſphore aſſez lumineux pour tenir lieu du feu qu'on allume, & qui fera peut-être encore un meilleur effet? La phyſique nous a offert dans ces derniers tems un ſi grand nombre d'objets nouveaux, qu'on a lieu de croire que l'avenir en promet bien davantage. J'ajouterai, en finiſſant ce chapitre, que les quatre premieres figures de la planche IX comprennent encore les devéloppemens d'un autre fanal projetté autrefois pour être conſtruit ſur la pointe ou cap du raz de Barfleur, près de la Hougue en Normandie. On remarquera que ſa lanterne, dont la cage eſt de charpente garnie de vitrage, n'a point de trumaux qui dérobent la lumiere produite par un grand nombre de lampes, & que par conſéquent elle eſt préférable à la derniere. Ce n'eſt pas ſeulement pour faciliter l'accès d'un port que l'on conſtruit des phares. Si l'entrée d'une rade avoit la forme d'un canal, il eſt alors indiſpenſable d'y élever, de même qu'à la ſortie, des tours d'allignement pour déſigner la route qu'on doit tenir, & y faire des feux la nuit, afin que les navires les appercevant de loin, puiſſent gouverner & aborder cette rade en ſûreté. De pareils phares ſont auſſi très-utiles ſur les iſles ou promontoires avancés à la mer, & dans des croiſieres dangereuſes, afin qu'un vaiſſeau en déroute puiſſe ſe reconnoître; par-là on les garantiroit du triſte ſort de ceux qui vont ſe briſer contre des écueils, comme cela arrive dans la Manche & le long des côtes de Bretagne.

Pl. IX, fig 1, 2, 3 & 4.

CHAPITRE NEUVIEME.

Comprenant une deſcription détaillée des machines pour approfondir les ports de mer, principalement de celle qui eſt employée à Toulon.

Le port de Toulon eſt auſſi propre à ſervir d'exemple pour les travaux qui ſe font dans la Méditerranée, que celui de Dunkerque l'a été à l'égard de ceux faits dans l'Océan. Pl. XX, XXI XXII & XXIII.

806. AYANT fait mention en pluſieurs endroits de cet ouvrage, des machines à creuſer les ports de mer, il convient d'en donner connoiſſance avant que de paſſer aux chapitres ſuivans, dont elles faciliteront l'intelligence. Comme nous avons choiſi Dunkerque pour exemple des travaux qui ſe font dans les ports de l'Océan, de même nous allons avoir recours à Toulon, par rapport à ceux qui ſont affectés à la Méditerranée, en commençant par la machine dont on y fait uſage pour approfondir dans la mer; on la trouvera ſi nettement devéloppée ſur les planches indiquées ici, qu'aidé de l'explication que nous en allons faire, non-ſeulement on jugera de ſon effet, mais on pourra même la conſtruire ſans d'autres ſecours que celui du devis que nous en donnons.

Deſcription de la machine en uſage à Toulon pour curer & approfondir le port.

807. Cette machine conſiſte, 1°. en un ponton de cinquante-trois pieds de longueur de l'étrave à l'étambot, ſur dix-huit pieds & demi de largeur au milieu, & quatre & demi de creux; 2°. en deux roues, dont la premiere a vingt-deux pieds & demi de diametre, & la ſeconde douze ſeulement; 3°. en deux cuillieres A, B qui creuſent le fond & ſe rempliſſent alternativement de vaſe ou de ſable, à l'aide des roues précédentes que des matelots font tourner tantôt d'un ſens & tantôt d'un autre oppoſé, comme on le va voir.

A l'eſſieu de la grande roue ſont attachées deux chaînes de fer CE, & F paſſant ſur les roues des *boſſoirs* ou *grues* C, F; de-là elles vont aboutir aux cuillieres qu'elles font manœuvrer, obſervant que la chaîne CE paſſe deſſous l'eſſieu, & que l'autre FG paſſe deſſus, afin que quand l'une s'allonge & file, l'autre ſe raccourciſſe; ainſi alternativement, ſelon le côté vers lequel la grande roue tourne pour obliger une de ces cuillieres de monter, tandis que l'autre deſcend. C'eſt à quoi contribue auſſi la petite roue, moyennant deux cordes ZY, SD, nom-

mées *tire-arrieres*, qui font ſur ſon eſſieu le même effet que les chaînes ſur le leur, mais d'une maniere toute oppoſée, comme il eſt aiſé de le remarquer dans le plan à vue d'oiſeau & dans l'élévation, où l'on voit que chaque cuilliere eſt attachée à un long manche MN qui s'appuie tantôt contre le rouleau H, & tantôt contre l'autre I, ſans pouvoir s'écarter de côté, parce qu'il eſt renfermé dans le chaſſis KL, où il agit dela maniere ſuivante.

Expoſé de la méchanique de cette machine lorſqu'elle travaille. Pl. XX.

808. Les matelots faiſant tourner les deux roues enſemble du ſens où l'on voit qu'ils agiſſent dans la figure, la chaîne AFG ſe bande en ſe roulant ſur ſon eſſieu, tandis que le tire-arriere DS mollit en filant de deſſus le ſien. Alors un mouſſe placé en R ſaiſit cette corde & l'entortille à un taquet répondant au poteau qu'il embraſſe, afin d'empêcher que la cuilliere, au lieu de mordre ſur le fond, ne faſſe qu'y gliſſer en ſe renverſant: à quoi s'oppoſe auſſi le patron Q, directeur de la machine, qui tient en main une corde OHP nommée *carguiere*, attachée au manche NM; de-là elle paſſe ſur le rouleau H, au-deſſous duquel ce patron l'entortille à un taquet P pour la laiſſer filer peu à peu en la tirant à lui, afin d'obliger la cuilliere A de s'enfoncer, à meſure qu'en labourant elle ſe remplit par l'action que la grande roue continue de lui donner; de ſon côté le mouſſe R lâche la corde qu'il tient, afin de laiſſer cheminer la cuilliere, dont le manche ſe redreſſe inſenſiblement juſqu'à la verticale, après quoi il tombe ſur l'autre rouleau I. Auſſi-tôt le patron lâche la carguiere qu'il tenoit & paſſe en T pour y attendre que la cuilliere A ait pris la ſituation où ſe trouve repréſentée actuellement l'autre B, afin d'en ouvrir la porte, ce qu'il fait en prenant en main la *gaffe* X, pour lever avec le croc le *loquet* qui la tenoit fermée; alors les matieres tombent dans un bateau nommé *bitte* ou *ſaloppe*, que l'on a fait paſſer deſſous; enſuite il referme cette porte, en la pouſſant avec la pointe de la gaffe. Cette opération faite, les matelots qui étoient placés en T paſſent en V, pour faire tourner les roues d'un ſens oppoſé au précédent, ce qui ne peut arriver que la chaîne FG ne s'allonge pour laiſſer deſcendre la cuilliere qu'on a vuidé, & que la corde DS ne l'attire à ſoi à meſure qu'elle file ſur ſon eſſieu; au contraire l'autre ZY ſe déroule tandis que la chaîne CE ſe raccourcit, afin d'obliger la cuilliere B de prendre la ſituation où paroît la premiere A; ainſi elle ſe remplit à ſon tour par une manœuvre toute ſemblable à la précédente: ce que l'une & l'autre font alternativement, en ſuivant les deux mouvemens contraires qu'on donne aux roues.

Attention qu'il faut avoir en plaçant la même machine pour qu'elle agiſſe rondement.

809. Pour faire travailler cette machine, il faut qu'elle ſoit mouillée ſur ſix amarres répondant aux bittes AB & à quatre ancres diſpoſées comme dans la figure &, afin de lui donner les mouvemens néceſſaires en avant, en arriere, & ſur les côtés, quand on veut la changer de place.

Pl. XX & XXI.

D'autre part le patron roidit ou lâche à propos la carguiere avec laquelle il gouverne les cuillieres ſelon la réſiſtance du fond, parce que s'il la roidiſſoit trop, il ſeroit dangereux dans certains cas que l'effort de la grande roue ne cauſât la rupture de quelques pieces; au contraire s'il la lâche plus qu'il ne faut, la cuilliere ne s'enfonce point aſſez, & ne fait que ſillonner légérement. De même il raccourcit ou allonge les chaînes qui ſoutiennent les cuillieres, ſuivant les différentes profondeurs qu'acquiert le fond; ces chaînes étant aſſez longues, auſſi-bien que les manches des cuillieres, pour creuſer juſqu'à 30 pieds au-deſſous du niveau de l'eau.

On voit donc que par le mouvement alternatif des cuillieres, il ſe forme deux tranchées ſur preſque toute la longueur du ponton, l'une à droite & l'autre à gauche, obſervant que quand elles ont acquis une certaine profondeur, on allonge les amarres d'un côté & on les raccourcit de l'autre, afin de donner lieu à pluſieurs tranchées paralleles, qui toutes enſemble n'en forment plus enſuite qu'une, parce que les cuillieres enlevent les crêtes qui les ſéparoient; c'eſt de quoi juge le patron en ſondant fréquemment le terrein, pour ne laiſſer dans le fond aucune inégalité.

En s'y prenant de la ſorte, on eſt parvenu à creuſer les deux darces de Toulon, de même que le canal qui en fait la communication avec la rade, & depuis lors on continue à enlever la vaſe qui ſe dépoſe dans le port, ſans quoi il ſeroit bientôt comblé, ainſi que tous ceux de la Méditerranée: & c'eſt ce qui eſt arrivé à la plupart des anciens qui n'ont pas été entretenus.

Dévelopement de la cuilliere & la maniere de s'en ſervir.

810. Comme la cuilliere fait une des principales parties de cette machine, nous l'avons devéloppé en grand ſur la planche XXIII, où les fig. 1, 2 & 6 la repréſentent vue dans tous les ſens. Comme les mêmes parties répondent à des lettres ſemblables, il ſera aiſé d'en voir la correſpondance ſans le ſecours d'une explication trop recherchée; on remarquera ſeulement que le fond auſſi-bien que les côtés ſont de fer, pour mieux réſiſter à l'effort qu'ils éprouvent dans un terrein pierreux, n'y ayant que le derriere qui ſoit en bois accompagné des ferrures

néceſſaires pour les lier au manche X. Au ſurplus on voit que la piece du milieu IL eſt fortifiée à ſon extrêmité L d'une plaque de fer, pour mieux mordre & frayer un ſillon dans les fonds qui ont beaucoup de conſiſtance. Pl. XXIII.

A l'égard de la porte A pratiquée derriere cette cuilliere, elle eſt ſuſpendue en B comme un clapet & ſe ferme à l'aide d'un loquet: le clenche ou battant de ce loquet CD a une queue recourbée DEF, faiſant reſſort ſur l'extrêmité C, afin que placée dans ſon mentonnet I, il ne puiſſe en ſortir par accident & ſans faire violence au reſſort qui eſt logé auſſi-bien que lui dans un encaſtrement ménagé ſur le revers de la partie inférieure FH de l'étrier GH; ainſi cette porte reſte fermée juſqu'au moment où la cuilliere étant pleine & dans la poſition convenable pour être vuidée, le patron prend la gaffe SV (fig. 10) pour lever le battant en l'accrochant par le deſſous vers le bout C, & l'attire à lui dès qu'il eſt ſorti du mentonnet I; alors le battant ſe repoſe ſur l'appui qu'on lui a ménagé contre l'action de ſon propre poids & celle du reſſort. Auſſi-tôt que la cuilliere eſt vuidée, le même patron pouſſe, comme nous l'avons deja dit, la porte avec la pointe T de la gaffe, force le battant de monter ſur le mentonnet & de tomber dans le cran qui le retient. Quant à la capacité de cette cuilliere, on en jugera par ſes dimenſions que l'on trouvera moyennant l'échelle: nous dirons ſeulement qu'étant pleine elle contient environ douze pieds cubes de matiere. Fig. 1, 2 & 6.

811. L'équipage de cette machine ſe réduit à un patron à qui l'on donne 30 ſols par jour; à trois matelots pour faire tourner la grande roue, ſervant auſſi aux autres manœuvres lorſqu'on change le ponton de place, leſquels gagnent chacun 16 ſols par jour; à deux mouſſes pour mouvoir la petite roue, qui gagnent chacun 8 ſols par jour; enfin à quatre matelots employés à conduire & à décharger les deux batteaux plats ou ſaloppes, qui gagnent chacun 20 ſols par jour. Ainſi ſelon cette eſtimation, conforme au paiement qui ſe faiſoit à Toulon en 1750, on voit que l'équipage d'une de ces machines armées coûte journellement 8 liv. 14 ſ.; mais nous ſuppoſons qu'il coûte 9 liv. *A quoi ſe réduit l'équipage de cette machine, avec ce que gagne par jour chacun de ceux qu'on emploie à Toulon.*

Chaque ſaloppe contient les trois quarts d'une toiſe cube de matiere, qui eſt la charge réglée par une marque exprimée à l'avant & à l'arriere; ſur quoi il eſt à obſerver que par le marché paſſé à Toulon en 1750 avec un entrepreneur pour le curement du port, on lui payoit 48 ſols pour chaque charge d'une ſa-

loppe dans un fond quelconque, en lui fourniſſant les machines agréées, moyennant qu'il les entretînt & les rendît dans le même état qu'il les avoit reçu : lorſqu'elles travailloient en des endroits dont le fond étoit de *ſaffre*, qui eſt un compoſé de cailloux maſtiqués avec une argile durcie, l'entrepreneur ne ſuivoit plus le marché déterminé par batelets, mais il étoit payé à la journée ſur le pied de 9 liv. Alors il agiſſoit ſous les yeux de l'inſpecteur du creuſement des darces, qui veilloit au bon emploi du tems.

Quel eſt ſon effet par jour, relativement à la profondeur de l'eau & aux différentes ſaiſons de l'année.

812. Quand cette machine travaille dans un fond de vaſe ou de terre ſous ſix à ſept pieds de profondeur d'eau, elle enleve dans une journée d'été, la charge de 11 à 12 ſaloppes, & de 8 en hiver; ſi la profondeur de l'eau eſt de douze à quinze pieds, elle n'enlevera que la charge de 8 à 9 ſaloppes dans une journée d'été, & de ſix ſeulement en hiver. Enfin ſi la profondeur de l'eau étoit depuis vingt-cinq juſqu'à trente pieds, le travail de cette machine ſe réduira à la charge de 6 ou 7 ſaloppes en été, & de 4 ou 5 pour une journée d'hiver.

On peut déduire des expériences précédentes, que pendant les ſix mois de la belle ſaiſon, chaque machine pourra enlever en un jour, à la profondeur de ſix à ſept pieds ſous l'eau, neuf toiſes cubes de matiere, qui reviendront à 20 ſols chacune; qu'à la profondeur de douze à quinze pieds elle en déblayera ſix, qui reviendront à trente ſols chacune, & qu'à la profondeur de vingt-cinq à trente pieds, le déblai n'ira tout au plus qu'à cinq toiſes cubes, revenant chacune aux environs de 36 ſols.

Cette machine peut être auſſi employée fort utilement pour creuſer des tranchées ou les parties d'un canal de navigation dans un terrein maréca-geux, à une profondeur où l'on ne pourroit parvenir autrement.

813. Il faut convenir qu'indépendamment du bon uſage de cette machine pour curer les ports, on peut encore s'en ſervir très-utilement & avec beaucoup d'économie dans un grand nombre d'autre cas, ſoit pour creuſer des fondemens, ou un canal de navigation, ou des tranchées de deſſéchement dans un pays couvert d'eau & tout-à-fait impraticable, tels que ſont certains marais; puiſque moyennant un prix fort modique pour la toiſe cube, on fera des déblais à une profondeur où l'on ne parviendroit jamais par tout autre moyen. Cependant comme la dépenſe qu'exige ſa conſtruction doit entrer en conſidération ſelon l'importance de l'ouvrage & de ſon activité, d'où doit dépendre le nombre de pareilles machines travaillant enſemble, on ſçaura qu'en 1745 il en a été fait pour le compte du roi dans l'arſenal de Toulon, qui ont coûté chacune environ 10000 livres, y compris les deux bittes ou ſaloppes deſtinées au

tranſport

Dévelopement d'une Jettée de Charpente dans le gout de celles qui étoient anciennement au Port de Dunkerque.

A *Pilots de 9 à 10 pouces.* B *Longrines de 13 à 14 p^c.* C *Traversines de 12 à 13 p^c.* D *Beaux du milieu de 12 à 12 p^c.* E *Derniere Beaux de 11 à 12 p^c.* F *Croix de St André de 7 à 8 p^c.* G *Beacons de 7 à 9 p^c.* H *Petits montans de 9 à 10 p^c.* I *Poteaux d'assemblage de 10 à 11 p^c.* K *Entretoises de 7 à 8 p^c.* L *Entretiere de 7 à 11 p^c.* M *Bordage de 4 pouces.* N *Chaperon de 9 à 11 p^c.* O *Liernes de 4 à 6 p^c.* P *Bordage du Pont de 8 p^c.* Q *Pilote de garde de 10 sur 10 p^c.* R *Plançon de 7 à 8 p^c.* S *Sommet des Riebermes.*

Echelle des pièces de Charpente détachées du Profil.

0 p^d 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 pieds

Figure Iere.

Fig 2e.

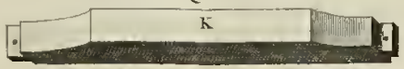


Fig 3^e.

Fig 5^e.

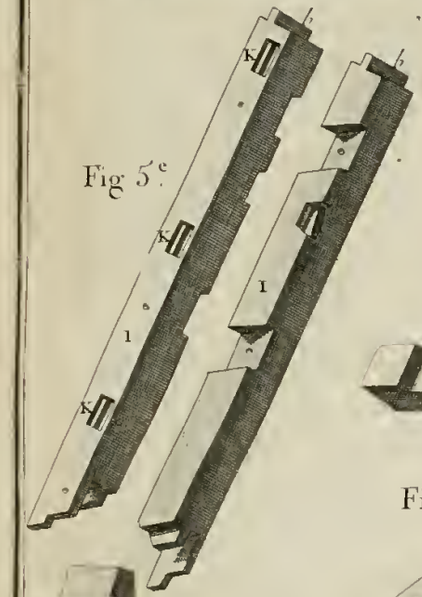


Fig 6^e.

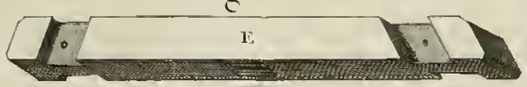


Fig 7^e.

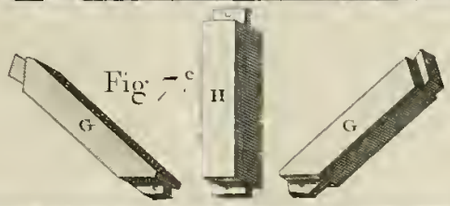


Fig 8^e.

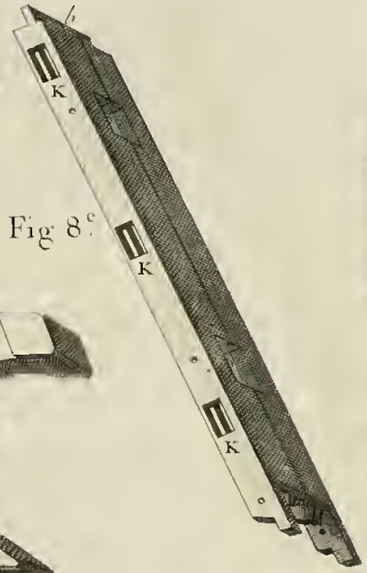


Fig 9^e.

Fig 10^e.

Fig 15^e.

Fig 12^e.

Fig 13^e.

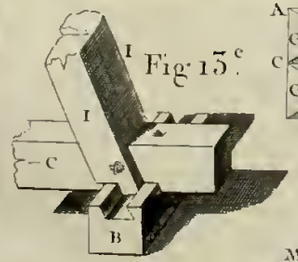
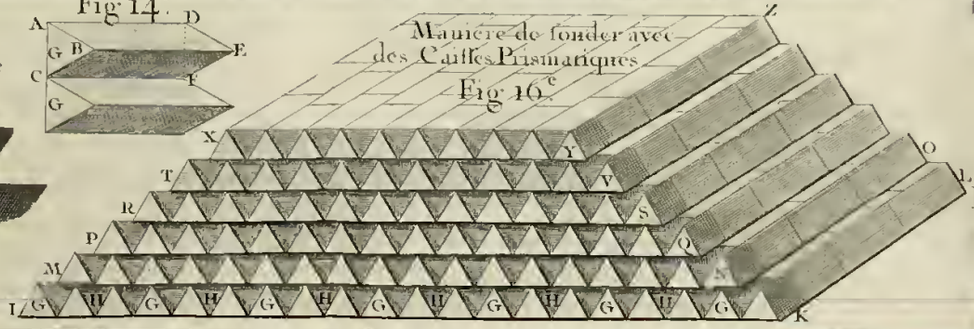


Fig 14^e.

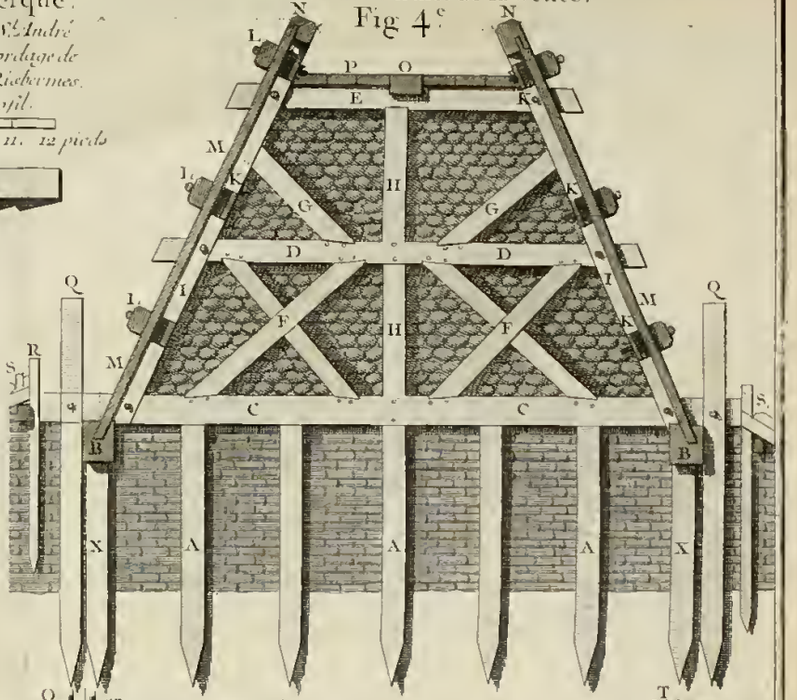
Maniere de fonder avec des Caisses Prismatiques

Fig 16^e.



Profil d'une des Fermes de la Jettée.

Fig 4e.



Plan d'une Travée de Jettée.

Fig 11e.

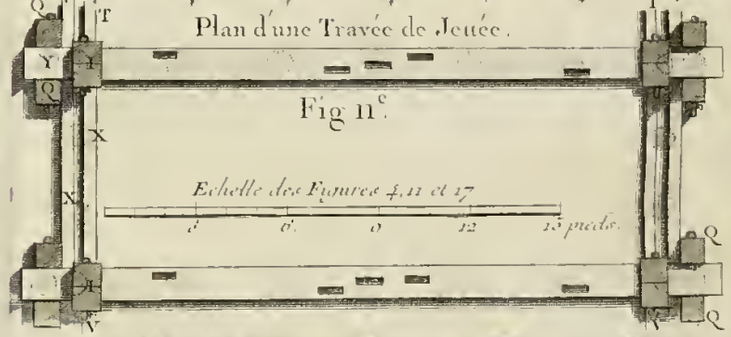
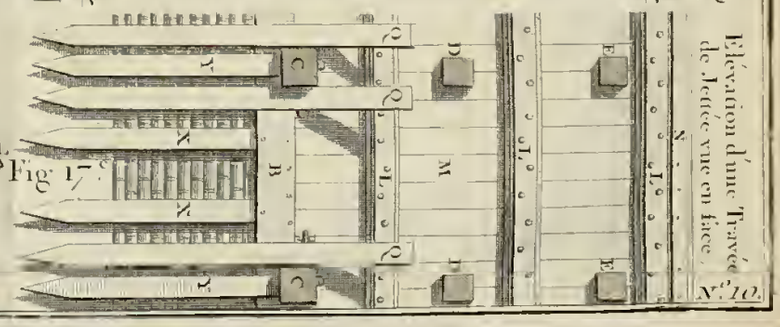


Fig 17e.



Elévation d'une Travée de Jettée vue en face.

N° 10.

Figure I.ere

Profil des Digues de la Barre de Bayonne.

Echelle des Digues de Bayonne.

6 pieds 2 3 4 Toises

Fig. 4.e

Vue en face de la Digue precedente considerée sur la retraite.

Profil de la Jettée pris en travers.

Côté du Chenal

Fig. 2.e

haute Mer de vives Eaux

haute Mer de mortes Eaux

Developement d'un bout de Jettée de charpente tirée de Dunkerque.

Plan de la Jettée à vûe d'oiseau

Fig. 5

Fig. 6.e

Face de la Jettée

Plan de la disposition des travées

Fig. 7.e

Echelle des Jettées de Dunkerque.

6 pieds 2. 3. 4. 5 Toi.

Côté du Chenal

Fig. 3.e

Jettée de l'Est.

haute mer vives Eaux

haute mer vives Eaux

Profils des nouvelles Jettées du Port de Cherbourg

Jettée d'Ouest

Fig. 8.e

Côté du Chenal

Echelle des Jettées de Cherbourg.

3. 6 pi. 2. 3. 4. 5 Toises.

N.o 11.

Développement d'un Radeau et d'un Ponton pour faciliter le curement d'un Port de Mer.

Figure Iere

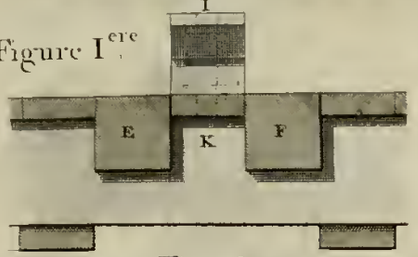


Fig 2.^e

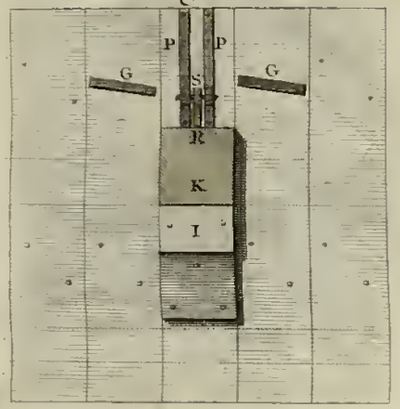
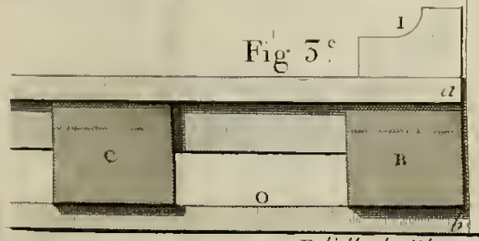


Fig 3.^e



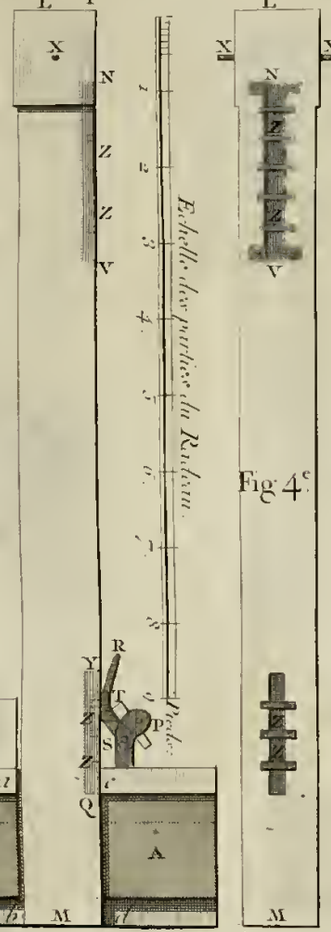


Fig 4.^e

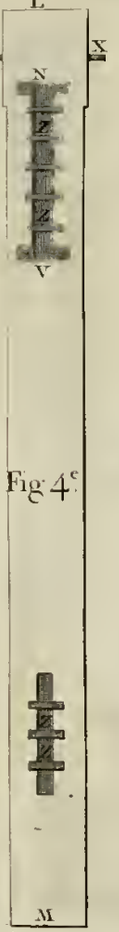


Fig 5.^e

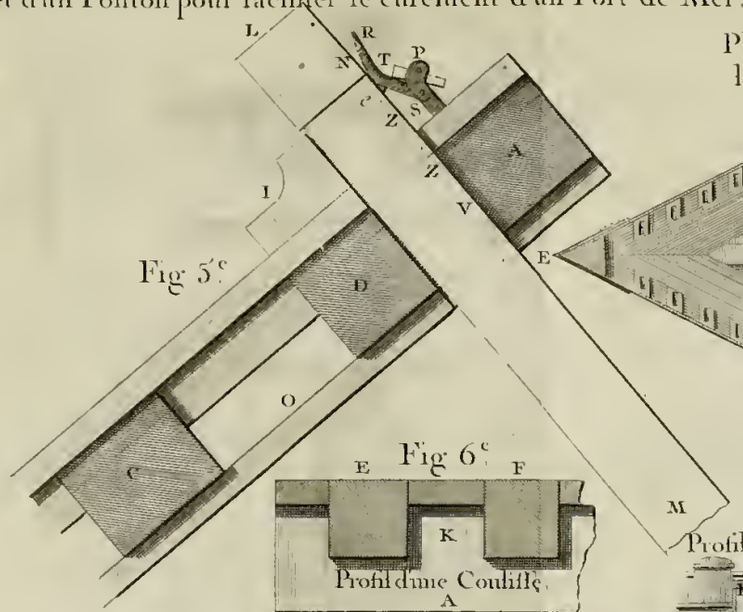


Fig 6.^e

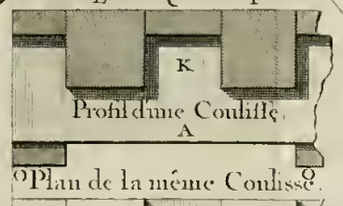
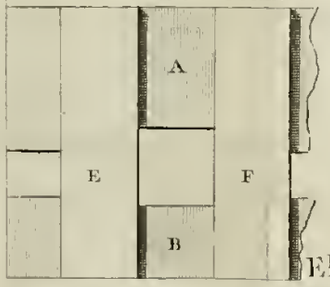
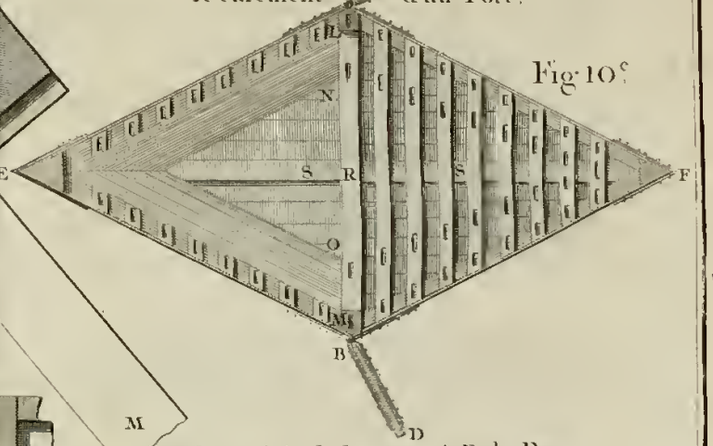


Fig 7.^e



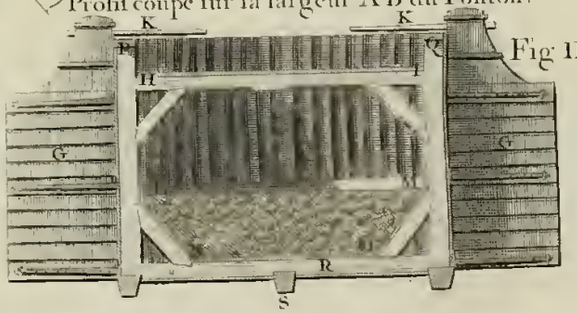
Plan du Ponton ou Chaland pour faciliter le curement d'un Port.

Fig 10.^e



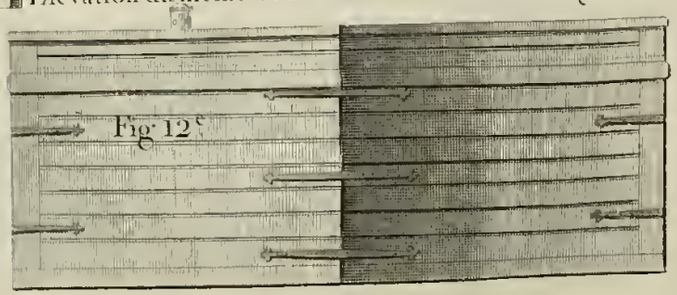
Profil coupé sur la largeur A B du Ponton.

Fig 11.^e



Elévation du même Ponton considéré sur sa longueur.

Fig 12.^e



Echelle du Ponton.

6 pieds 2. 3. 4 5 Toises

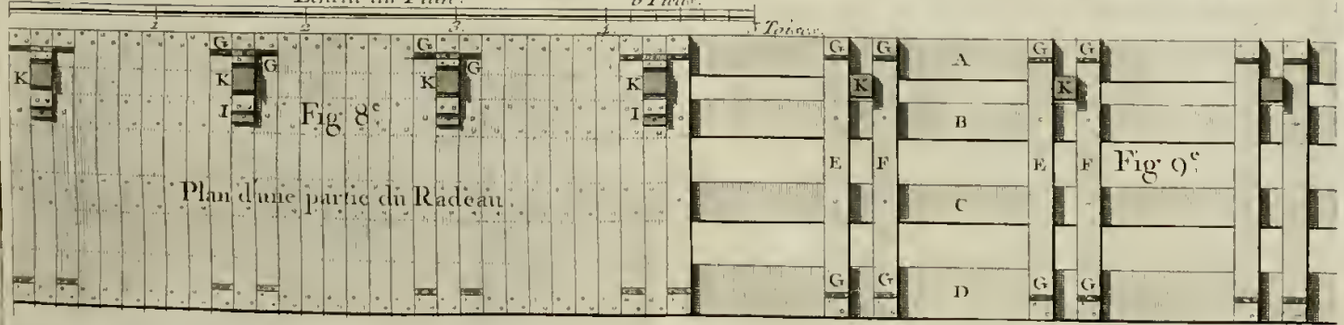
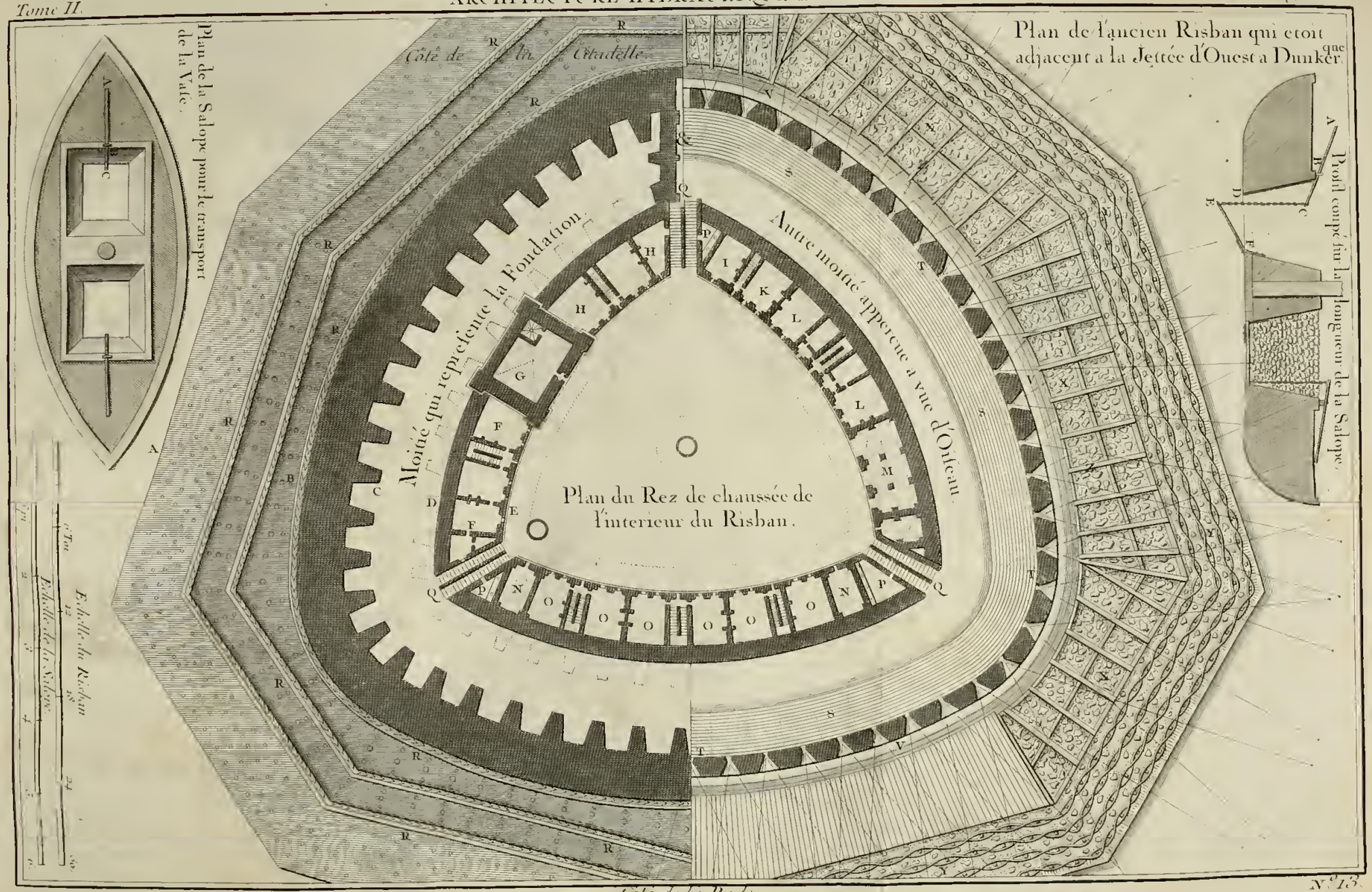


Fig 8.^e Plan d'une partie du Radeau.

Fig 9.^e

N.º 12.

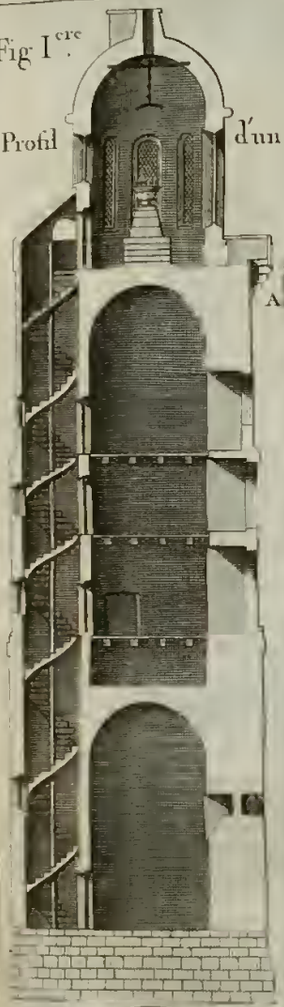
Hervouet Sculp


Plan de la Salope pour le transport de la Vase.
Côté de la Citadelle
Plan de l'ancien Risban qui etoit adjacent a la Jettée d'Ouest a Dunkerque.
Profil coupé sur la longueur de la Salope.
Moitié qui repredente la Fondation.
Autre moitié apperene a vue d'Oiseau.
Plan du Rez de chaussée de l'interieur du Risban.
Echelle du Risban
Echelle de la Salope
Côté de la Rade
N.° 15.

Elevations et Profils du Risban de Dunkerque, et de la Tour des Balaines en l'Isle de Ré.

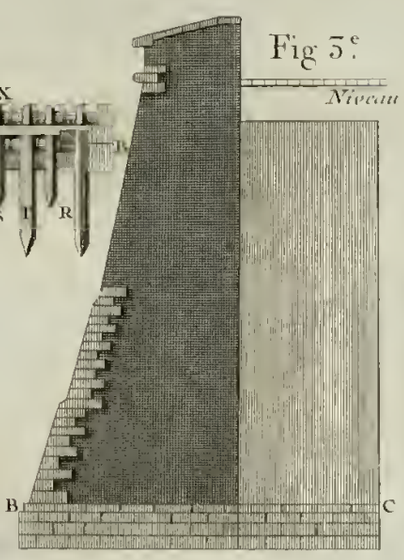
Fig I.re

Profil d'un Fanal.



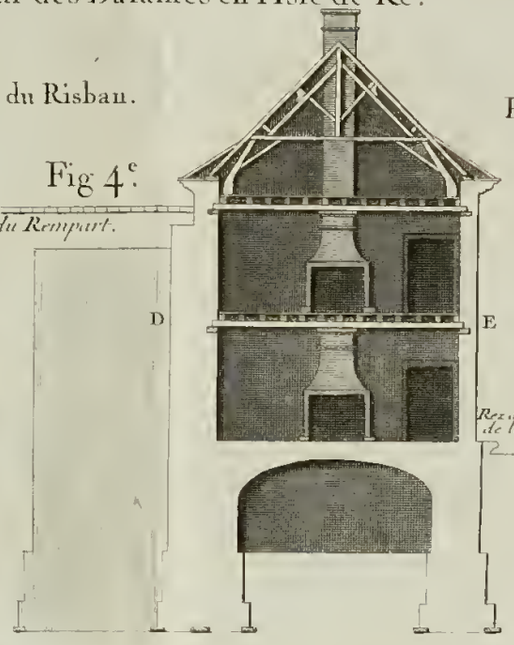
Profil de la Risberme du Risban.

Fig 3.e



Profil du Risban.

Fig 4.e



Echelle des Profils du Risban

2. 3 4 5. 6 7

Elevation du Fanal.

Fig 5.e

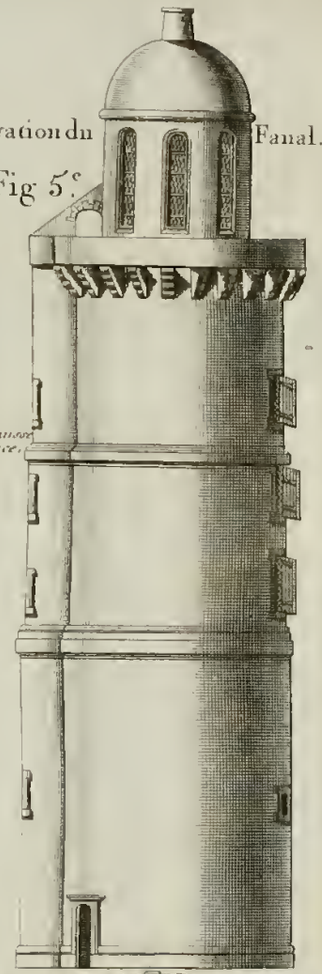


Fig 7.e

Elevation du Risban.

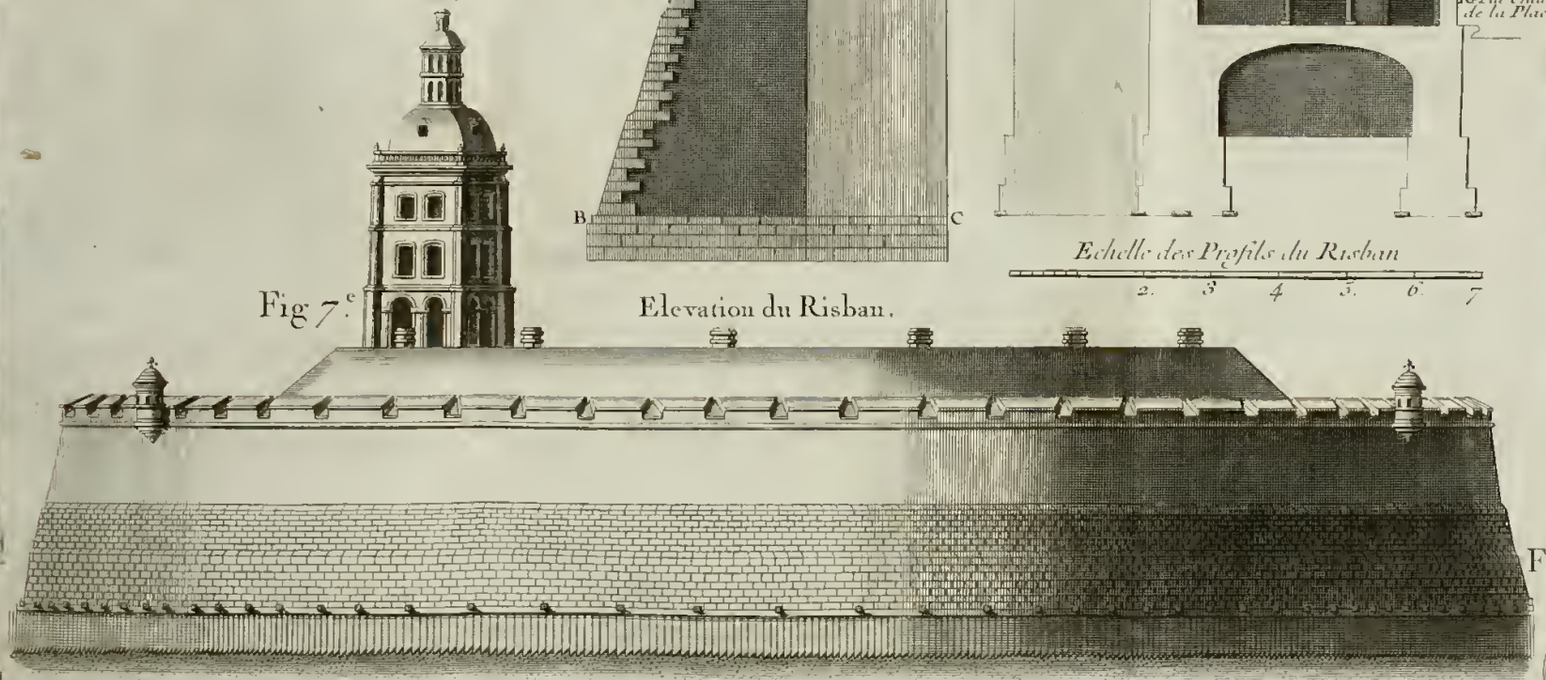


Fig 2.e

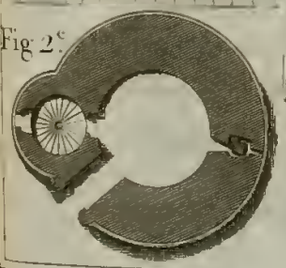
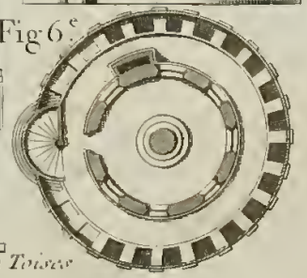


Fig 6.e



Echelle du Risban.

1. 2 3 4 5. 10. 20 Toises

Echelle du Fanal.

1 2 3. 4. 5. 6. 12 Toises

N.o 14

Dévelopement de l'ancienne Batterie de Revers du Port de Dunkerque.

Profil passant par la Ligne A B.

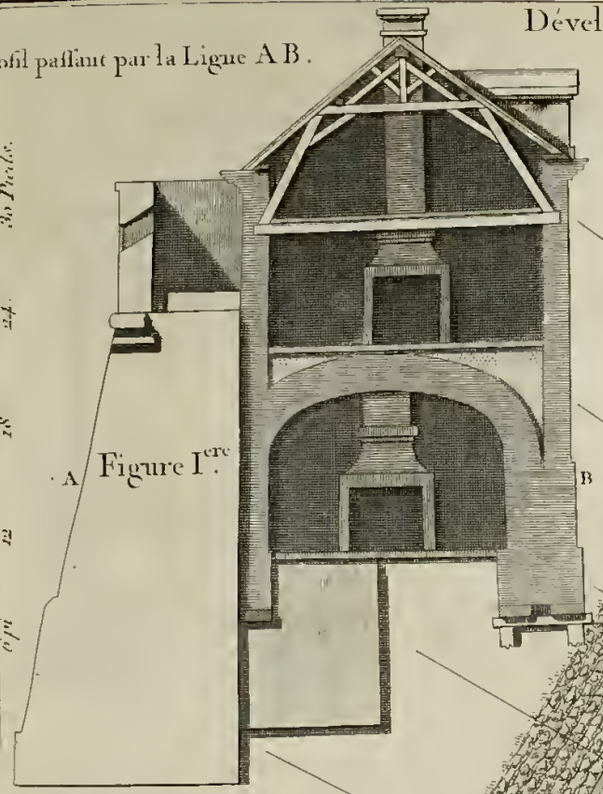


Figure I.ere

Echelle de la 1.ere Figure

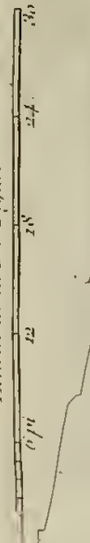
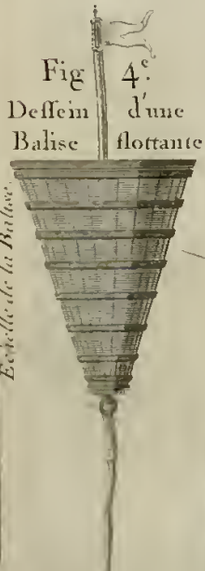
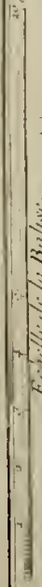


Fig 4.e
Dessein d'une Balise flottante.



Echelle de la Balise.



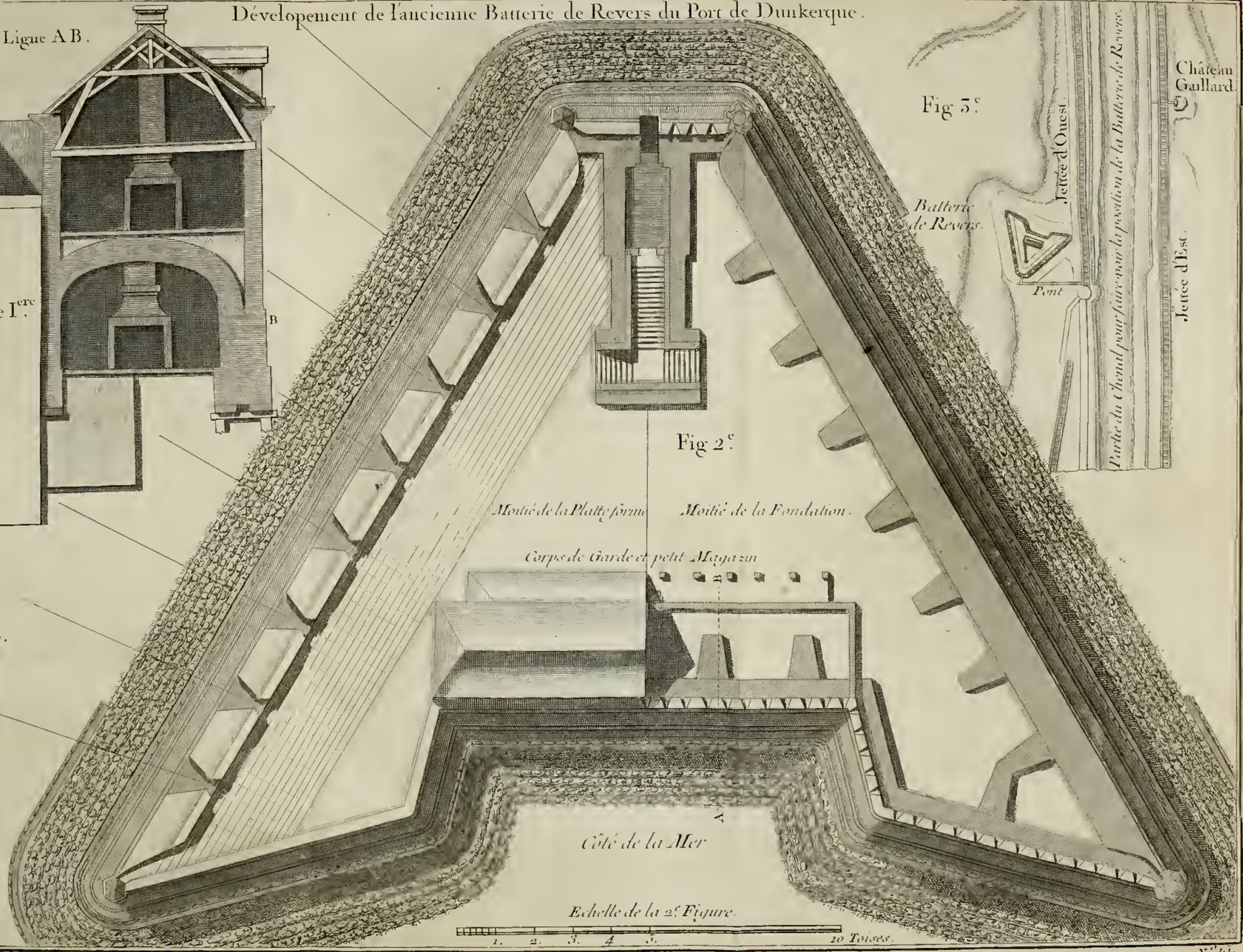


Fig 2.e

Fig 3.e

N.o I.er

Profil dunes Jettée de 32 pieds 5 pieds Charpente.

Fig I.ere

Haute Mer 6 pieds

Hautes 3 pieds

de vives Eaux.

mortes Eaux.

Fig Z.

Développement de l'ancien Fort Blanc de Dunkerque.

Echelle du Profil du Fort.

6 pi 2 3 4 5 6 Toises

Fig 2.e

Echelle des Plans du Fort.

6 pi 2 3 4 5 10 Toises

Fig 3.e

Plan des Souterrains.

Fig 4.e

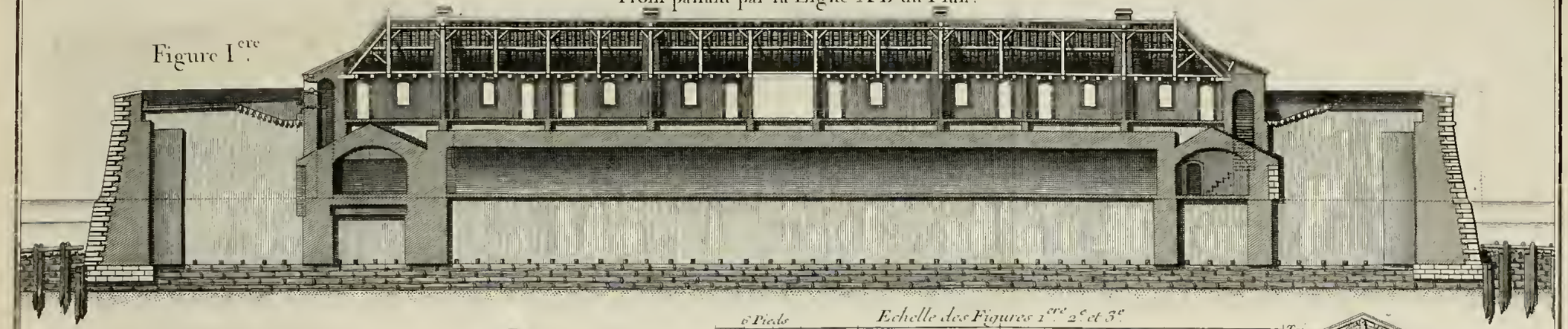
Plan de la Plate-forme.

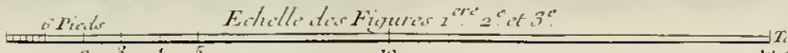
N.° 16.

Développement d'un Fort de Maçonnerie tel qu'il convient de les faire à la tête des Jettées.

Profil paſſant par la Ligne A B du Plan.

Figure Iere.





Autre Profil paſſant par la Ligne C D du Plan.

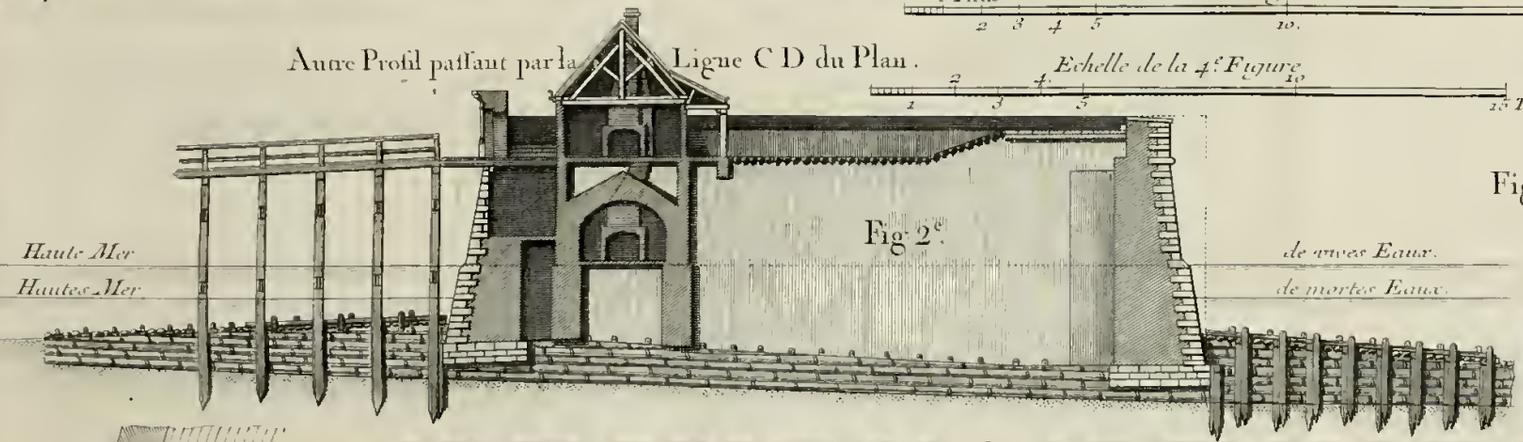
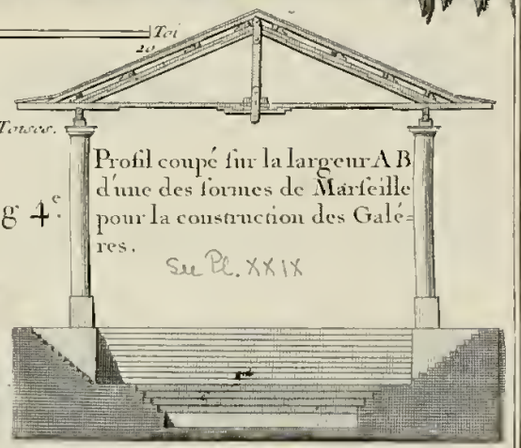


Fig 2^e.

Fig 4e.



Profil coupé ſur la largeur A B d'une des formes de Marſeille pour la conſtruction des Galéres.

Se Pl. XXIX

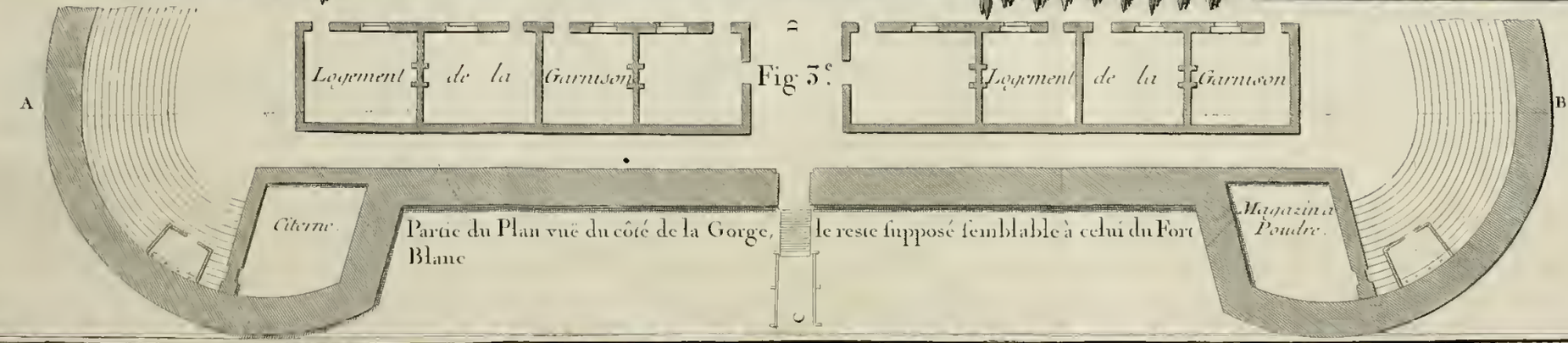


Fig 3e.

Partie du Plan vuë du côté de la Gorge, le reste ſuppoſé ſemblable à celui du Fort Blanc

N° 1.

PLAN des differents Etages de la Tour de Cordoüan.

PLAN de la platte Forme Elevée sur le Roc.

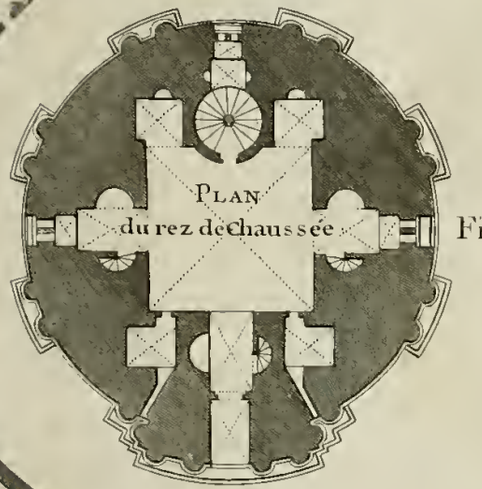


Figure I.ere

Fig 2.e

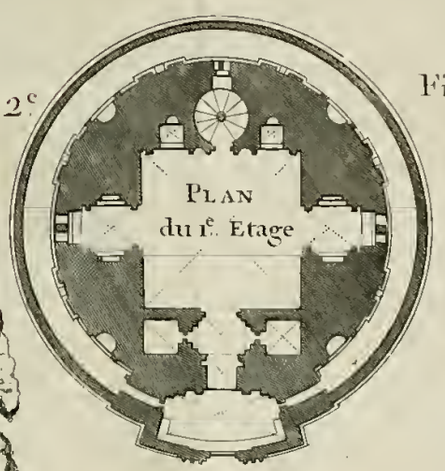
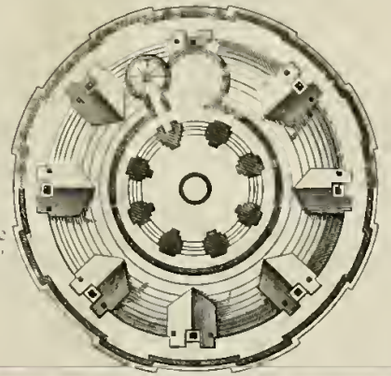


Fig 3.e

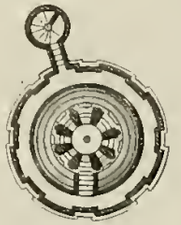
PLAN de la Gallerie qui tourne autour du dôme.

Fig 4.e



PLAN de la Gallerie qui tourne autour de la Lanterne.

Fig 5.e



Echelle des Plans Profils et Elévation

1 2 3 4 5 10 toises

N.o 18.

PROFIL et Elevation de la Tour de Cordoüan fituée à l'Embouchure de la Garon ne a quinze lieues de Bourdeaux fervant de Phare pour eclairer les Vaisseaux qui entrent dans cette Riviere.

Figure Iere

Fig 2.e

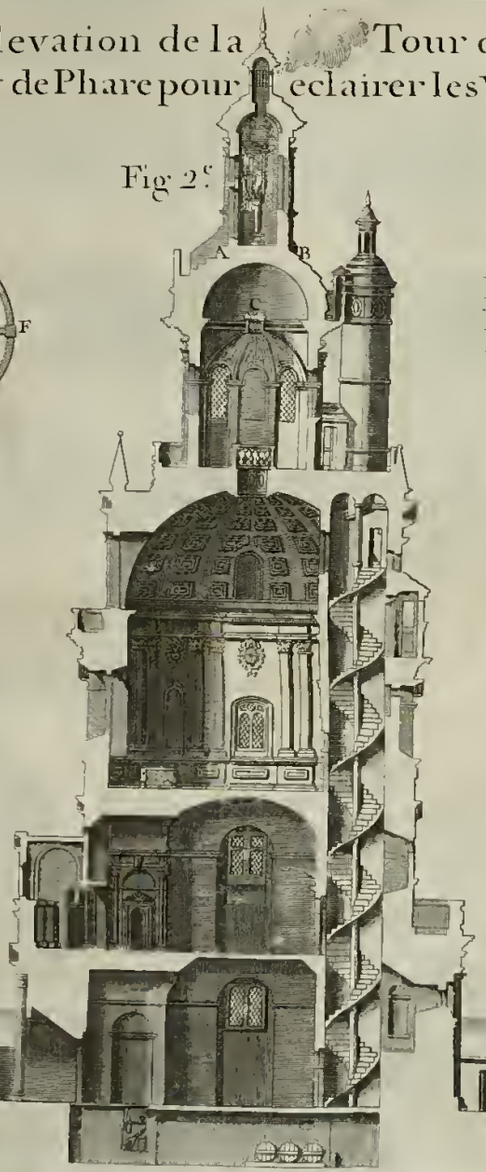


Fig 3.e

Profil de la nouvelle Fanal dont la baſe A B eſt relative à la poſition des mêmes Lettres dans les Fig. 2.e 5.e et 6.e

Fig 4.e

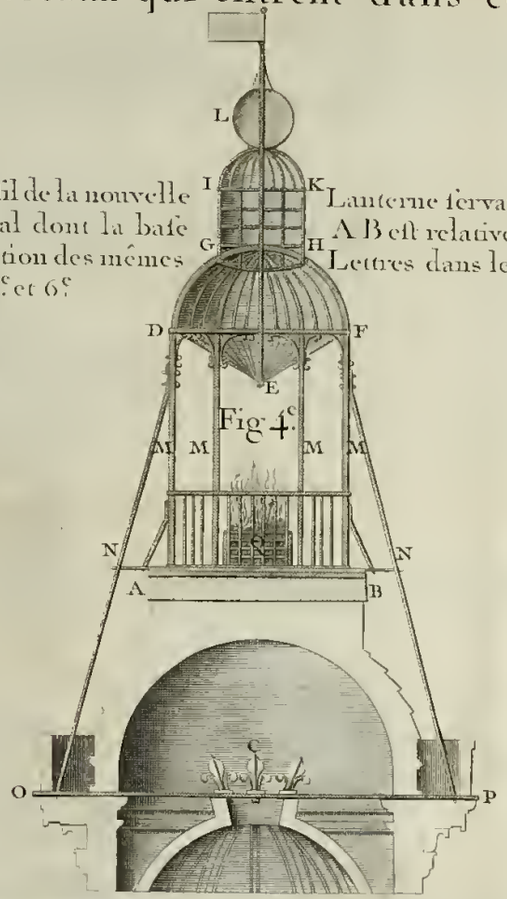


Fig 5.e

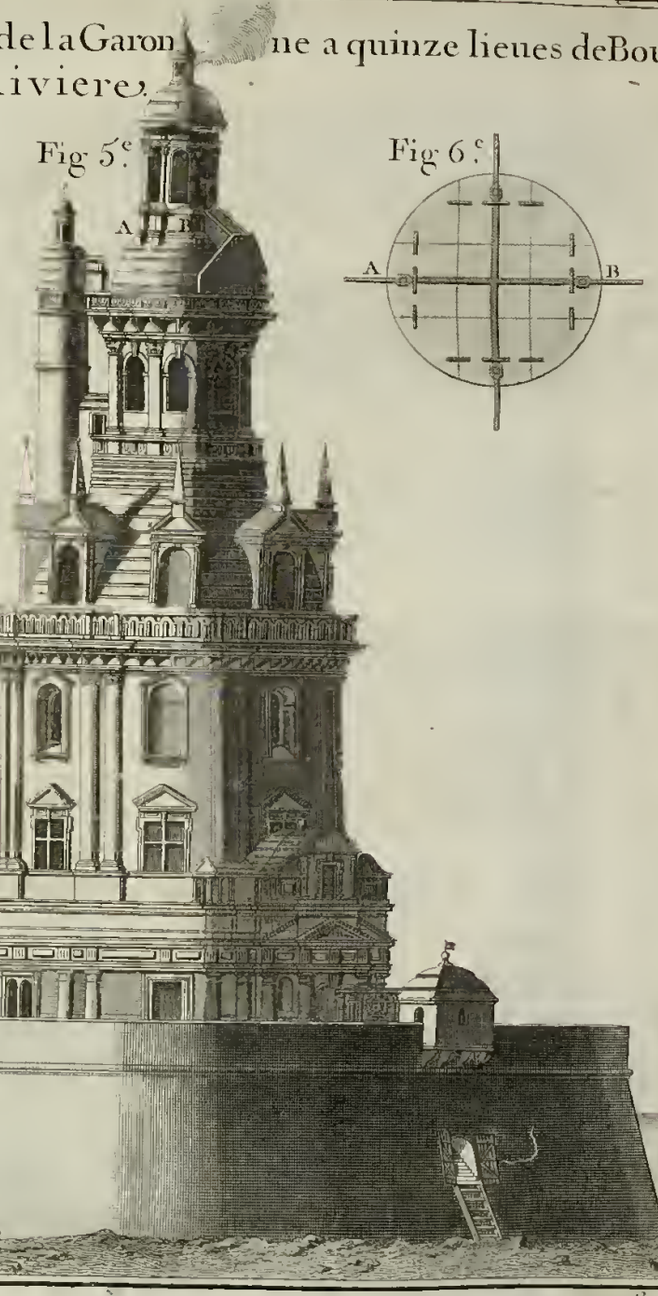


Fig 6.e

Lucas Sculp.

N.e 19.

tranſport du déblai ; c'eſt de quoi l'on jugera par le détail ſuivant, que nous tenons de M. Millet de Montville, Ingénieur de grande réputation en chef à Toulon, à qui nous ſommes redevables de ce que nous rapportons de cette place dans les chapitres ſuivans ; mais avant que d'en venir là, voici le nom des principales pieces compriſes dans le plan inférieur du ponton repréſenté par la fig. 5 de la planche XXII, afin de les reconnoître lorſque nous en ferons mention.

Noms & dimenſions des pieces de charpente qui entrent dans la compoſition de cette machine, avec un état de ſa dépenſe. Pl. XXII.

814. A. *Vegre* ſous la quille.

B. *Vegres.*

C. *Allonges* aſſemblées à demi-bois avec les *varangues* F.

D. *Bauquiere.*

E. *Courbâtons* par intervalle pour lier les varangues aux allonges G.

F. *Varangues.*

G. *Bordages.*

I. *Courbes* horiſontales & verticales.

K. *Allonges* de l'avant & de l'arriere.

S. Entailles dans la varangue pour recevoir le pied des *bittes* AB.

T. Mortaiſes dans les *vegres* pour recevoir le pied de diverſes *épontilles* pour ſoutenir les *barreaux* du pont, par le moyen des *lattes* qui ſont ſur la longueur de la machine.

Devis d'une des dernieres machines conſtruites dans l'arſenal de Toulon pour creuſer le port.

	pi. cub.	*po. cub.*
La *quille* aura 50 pieds de long, ſur 10 & 6 pouces de groſſeur. .	20	10
Les *varangues*, au nombre de trente, auront 14 à 16 pieds de longueur, ſur 7 pouces en quarré. .	163	4
Les *genoux*, ou *courbâtons*, au nombre de ſoixante, auront 4 à 5 pieds de long, ſur 5 pouces en quarré. .	52	1
Les premieres *allonges*, au nombre de ſoixante, auront 5 à 6 pieds de long, ſur 5 pouces en quarré. .	62	6
Les *bordages* du fond, au nombre de dix-huit cours, chaque cours de		

	Pi. cub.	*po. cub.*	*lig. cub.*
50 pieds, auront 11 pieds de largeur, & 3 pouces d'épaiſſeur. .	106	3	
Les *vegres*, au nombre de cinq à ſix cours, chaque cours de 54 pieds, auront 9 pouces de largeur & 3 pouces d'épaiſſeur. .	60	9	
Les *bordages* de dehors, au nombre de 8 cours, chacun de 54 pieds, à tribord & autant à babord, auront 11 pouces de largeur & 2 d'épaiſſeur. .	264		
Les *bordages* de bois de pin pour border le pont, au nombre de dix-huit cours, de 54 pieds de longueur chacun, auront 10 à 11 pouces de largeur, & 2 pouces d'épaiſſeur. .	148	6	
Les *montans* pour appuyer les deux roues, au nombre de quatorze, auront 10 pieds de longueur ſur 8 à 9 pouces en quarré. .	70		
Les pieces de *longis* ou *lites*, qui doivent être entaillées dans les montans, auront de longueur enſemble 108 pieds, 10 pouces de largeur, ſur 7 d'épaiſſeur. .	52	6	
Bois des *bittes* de 48 pieds de longueur, ſur 10 & 10 pouces. .	33	4	
Courbâtons d'étrave & d'étambot, de 14 pieds de longueur, ſur 8 pouces de groſ. .	6	2	8
Quatre *courbes* des angles, de 24 pieds de longueur, ſur 6 & 8 pouces.	8		
Courbes des bittes, de 24 pieds de longueur, ſur 6 pouces de groſ. .	6		
Courbes des poteaux ſous la *liſſe* d'appui, de 66 pieds de longueur, ſur 6 pouces de groſ. .	16	6	
Pour les deux *grues*, de 20 pieds de longueur, ſur 18 & 18 pouces. .	45		
Pour les deux *eſſieux*, de 45 pieds de longueur, ſur 12 & 12 pouces. .	45		

	Pi.cub.po.	*cub. lig.cub.*
Traverſes appuyant ſur les *liſſes* des *poteaux* & celles qui portent en dehors de la machine, de 108 pieds de longueur, ſur 6 & 7 pouces. .	36	6
Pour *liſſes d'appui* & taquets ſimples de 70 pieds de longueur, ſur 3 & 4 pouces. .	5	10
Pour les principaux *rayons* de la grande roue & le pourtour des deux, de 27 pieds de longueur, ſur 3 & 4 pouces. .	23	2
Les petites *traverſes* & les *marches* dans les roues, enſemble 702 pieds de longueur, ſur 2 & 3 pouces. .	29	3
Les trente *barreaux*, enſemble de 540 pieds de longueur, ſur 10 & 3 pouces. .	112	6
Doublage en *bordages* de bois de pin au bas & tout autour de la machine, trois cours deſdits bordages juſqu'à la flotaiſon, enſemble de 432 pieds de longueur, ſur 11 & 2 pouces.	66	
TOTAL de la quantité des bois qui entrent dans la machine.....	1575	8 8

Ces bois n'étant point de même qualité ni du même prix, les voici ſéparés dans trois états différens, avec ce qu'ils ſouffrent de déchet en les employant.

Etat de la dépenſe pour la conſtruction d'une machine à creuſer, en uſage au port de Toulon.

Bois de chêne du pays.

	Pi.cub.pou.cub.	
Quille. .	20	10
Varangues.	163	4
Courbâtons. .	52	1
Allonges. .	62	6
Montans. .	70	

	Pi. cub.	*po. cub.*	*lig. cub.*
Liſſes.	52	6	
Bittes.	33	4	
Courbes.	36	8	8
Grues & couſſinets.	45		
Traverſes.	31	6	
Liſſes d'appui.	5	10	
TOTAL du bois de chêne du pays.	618	10	8

Comme ſur ces bois on compte ordinairement un tiers de déchet pour le travailler dans les proportions néceſſaires, il faut compter ſur 800 pieds cubes, qui coûtent au roi 2 liv. 10 ſ. chacun, rendu dans l'arſenal de Toulon, ce qui fait la ſomme de deux mille livres, ci 2000 liv.

Chêne de Bourgogne en bordages.

	Pi. cub.	*po. cub.*
Les bordages du fond.	206	3
Vegres.	60	9
Bordages du dehors.	264	
Préceintes.	46	8
Roues.	23	2
Traverſes & marches des roues.	29	3
Barreaux.	112	6
TOTAL du chêne de Bourgogne.	742	7

Que l'on paſſe pour 750 pieds cubes, ces bois ſouffrant peu de déchet en les employant, leſquels à 3 liv. 10 ſ. le pied cube coûtent dans l'arſenal la ſomme de deux mille ſix cens vingt-cinq livres, ci. . 2625 liv.

Bois de pin du pays.

	Pi. cub.	*po. cub.*
Pour le doublage.	66	
Pour bordages du fond.	148	6
TOTAL	214	6

Le déchet pouvant être évalué à $\frac{1}{6}$, on paſſe cet

article à 250 pieds cubes, qui coûtent 22 sols chacun, & montent à la somme de deux cens soixante-quinze livres, ci. . . . . 275 liv.

Goudron, brai & calfatage.	*liv. sol. den.*
Neuf quintaux de brai gras à 10 liv. le quintal. .	90
Trois quintaux & demi de soufre à 13 liv. 10 sols.	47 5
Vingt-cinq liv. de suif à 50 liv. le quintal. .	12 10
Deux barrils de goudron à 12 liv. . .	24
Quatre rames de papier compris entre le doublage & le francbord, à 6 liv. 10 sols la rame. .	26
Quatre mille clous de maugeres à 2 liv. 5 sols le millier.	9
Cinq quintaux d'étoupes à 12 liv. le quintal. .	60
Un quintal & demi de bourre entre le doublage & le francbord, à 19 liv. 8 sols le quintal. .	29 2
Cent soixante-six journées de calfat, de 20 à 30 sols par jour.	207
Cent vingt pieds courans de chaînes pesant douze quintaux, poids de marc, à 36 liv. le quintal.	432
Trente quintaux de cloux, chevilles ou étriers, à 24 liv. le quintal.	324
Quatre ancres pour mouiller la machine, pesant vingt-quatre quintaux, à 50 liv. le quintal.	1200
Matéraux pour le manche des cuillieres. On se sert, pour mesurer les mâts & matéraux, du palme, sorte de mesure qui a 13 lignes.	
Un matérau pour cuilliere de machines à creuser, a environ onze palmes de diametre pris à 6 pieds du gros bout; c'est la façon de les mesurer dans l'arsenal de la marine.	
Si l'on se sert de sapin du pays, une piece pareille coûte au roi 46 liv. 10 sols.	
Si elle est de bois du nord, 87 liv. ce qui fait pour les deux manches.	174
Façon de la machine suivant le devis. .	850
Douze mille trente-quatre pieds courans de sciage, à 3 liv. 6 sols 8 deniers le cent. . .	401 2 6

	liv.	sols.	den.
Deux bittes ou saloppes avec leurs avirons & pelles pour jetter la vase, estimées 250 liv. chaque.	500		

Pour armer la machine.

Une vette, corde de trois pouces de tour, premier brin, pesant une livre trois quarts la brasse, poids de marc, à 39 liv. le quintal, le tout faisant 31 à 32 brasses de longueur, & pesant cinquante-trois livres.	20	13	4
Une vette de six pouces de tour, premier brin, pour carguière, de 10 brasses de longueur, pesant six livres un quart la brasse, donne soixante-trois livres, à 39 liv. le quintal.	24	11	4
Quatre pieces de liban pour amarrer, à 12 liv. chaque.	48		
Ce sont des cordages d'herbage qu'on emploie pour épargner les cordes de chanvre. Chaque piece de liban a soixante à quatre-vingt brasses de longueur & sept pouces de tour.			
Une sonde piquetée, une gaffe & son manche pour ouvrir & fermer les cuillieres. .	1	15	
Un marteau.	1		
Un épince.	3		
Deux coupes à main. . . .		12	
TOTAL de la dépense faite en 1745 pour construire une machine à creuser avec ses deux bittes ou saloppes, ensemble.	10099	4	2

Quoique la lecture de ce détail soit un peu ennuyeuse, j'ai cru cependant ne pouvoir me dispenser de le rapporter, pour servir d'exemple à ceux qui voudront travailler avec exactitude.

Description d'une pareille machine exécutée à Brest, pour curer le port, mais qui est capable d'une effet plus considérable.

815. Entre plusieurs machines que l'on voit à Brest pour creuser le port, il s'en trouve une toute semblable à la précédente, mais d'un effet fort au-dessus, parce qu'elle est plus grande à certains égards, & que l'équipage en est plus considérable, comme on en va juger.

Son ponton est de cinquante pieds de longueur & de vingt-quatre de largeur au milieu, sur 8 de creux; sa grande roue a

vingt-huit pieds de diametre & dix de largeur, parce qu'il faut ſeize hommes pour la faire mouvoir. Les parties de ſon eſſieu auxquelles aboutiſſent les chaînes répondantes aux cuillieres, ſont faites en maniere de tambour, ayant cinq pieds de diametre, de même que les roues des boſſoirs : quant à la petite roue qui fait agir les tire-arrieres, ſon diametre eſt de douze pieds ſur trois de largeur, & elle ne peut être mue que par quatre hommes.

Les cuillieres, qui peſent chacune mille ſept cens livres, ont leur baſe faite en portion de cercle, dont le rayon eſt de deux pieds quatre pouces à l'entrée, & de deux pieds ſeulement vers le fond à l'endroit de la porte : elles contiennent chacune cinquante-quatre pieds cubes de vaſe, peſant environ quatre-vingt-trois livres le pied; le manche de ces cuillieres eſt de ſoixante-cinq pieds de longueur, & d'une groſſeur proportionnée.

Quand cette machine agit rondement ſur un fond de vaſe ou de ſable à la profondeur de douze à quinze pieds d'eau, chaque cuilliere ſe remplit & ſe vuide huit fois en une heure, par conſéquent les deux enſemble enlevent dans ce tems là ſeize cuillerées de matiere de 54 pieds cubes : ce qui revient à huit cens ſoixante-quatre pieds, ou quatre toiſes cubes, qui eſt un effet auſſi grand qu'on peut le deſirer.

On remarquera que pour faire uſage de cette machine, il faut qu'elle travaille ſur la profondeur au moins de 9 pieds d'eau; alors partant de-là, l'on peut creuſer juſqu'à cinquante pieds au-deſſous de ſa ſurface.

816. On ſe ſert encore dans le même port, ainſi qu'à Marſeille, d'une autre machine pour creuſer, que l'on nomme à tenaille, dont le méchaniſme eſt tout-à-fait différent de celui de la précédente, mais beaucoup plus compoſé; c'eſt pourquoi je ne me ſuis point mis en peine de la décrire, m'ayant paru que tout ce qu'il y a d'habiles gens dans la marine donnoient la préférence à la précédente à cauſe de ſa grande ſimplicité.

Autre machine deſtinée à la même fin que les précédentes, mais dont la méchanique eſt différente.

Comme j'ai ſuffiſamment détaillé la machine dont on ſe ſert à Toulon, il ne ſera pas difficile de la rendre capable d'autant d'effet que celle de Breſt, en lui donnant les mêmes proportions, lorſqu'on voudra creuſer à une profondeur plus grande que trente pieds, comme de quarante à cinquante; ainſi je ne m'y arrête pas davantage, non plus qu'à quelques autres qui enlevent la vaſe avec des ſceaux aſſemblés en maniere de chapelet, tels qu'on en voit en Hollande, parce qu'elles ne ſont pas d'un auſſi bon uſage que celle à laquelle je me ſuis fixé.

CHAPITRE X.

Des fondations faites à pierres perdues, ou par enrochement.

La maniere de fonder par enrochement étoit fort en uſage chez les anciens.

Diviſion de ce chapitre.

817. LA maniere de fonder, qui va faire l'objet de ce chapitre, appartient principalement à la mer Méditerrannée, ainſi qu'aux lacs & fleuves dont le fond n'eſt jamais à ſec, & où l'on veut éviter de faire des batardeaux & des épuiſemens. Il paroît, par ce qu'en a écrit Vitruve, qu'elle étoit fort en uſage chez les anciens, qui n'ont point trouvé de moyens plus ſûrs & plus commodes pour établir les grands ouvrages qu'ils ont exécutés à leurs ports. Cependant comme cet auteur n'en parle que fort ſuperficiellement, de même que ceux qui ont écrit après lui, & que nous ne voulons rien laiſſer à deſirer pour ſe conduire ſelon les circonſtances, nous avons diviſé ce ſujet en deux ſections; dans la premiere, on trouvera ce qui appartient aux fondations faites *à pierres perdues*, & dans la ſeconde, la compoſition & l'emploi du mortier de *beton*, avec lequel on établit au fond de l'eau la plus ſolide de toutes les maçonneries, par la propriété qu'a ce mortier de s'y durcir en peu de tems.

SECTION PREMIERE.

Des fondations faites à pierres perdues.

On ſuppoſe, que voulant profiter de ce que la nature a déja ébauché pour l'établiſſement d'un port, il eſt queſtion de renfermer un certain eſpace de mer qu'on veut ſéparer du reſte, afin d'y maintenir des vaiſſeaux à l'abri de toute inquiétude: ce qui ſe fait, comme nous l'avons dit (article 690), en élevant un ou pluſieurs môles diſpoſés de maniere à former une enceinte; & que pour la défenſe de ce port ou de la rade, il faut auſſi établir en pleine mer à dix, quinze, vingt, vingt-cinq, trente pieds & plus de profondeur, les fondemens de quelque fort ou d'un fanal.

Maximes

818. Avant que de fixer la poſitiond'un mole, on doit avoir examiné

examiné avec toute la circonſpection imaginable l'effet qu'il produira, eu égard à la facilité que les bâtimens trouveront pour entrer dans le port & en ſortir: ce qui ne peut être bien connu que par une longue expérience de ce qui arrive à la côte dans un gros tems, & en conſultant les marins qui en ſont inſtruits; car comment pourrions-nous donner des maximes ſur un ſujet que la nature varie en mille manieres différentes ? Cependant on en pourra juger, 1°. par les airs de vent qui peuvent être avantageux ou contraires; 2°. par les courans qui faciliteront ou détourneront la direction la plus naturelle à la route qu'il faudra que tiennent les vaiſſeaux; 3°. par les bancs de ſable ou rochers les plus à portée; 4°. par l'action & la réflexion des flots contre le pied des éminences adjacentes à l'entrée du port. Il faut ſur toutes choſes obſerver ſi les vagues qui viennent du large dans les gros tems ſont fort élevées, & ſi l'on ne pourroit pas mettre à l'abri de leurs efforts les ouvrages que l'on veut conſtruire, en les plaçant à couvert de quelques rochers ou bancs de ſable fixes, quand même ils ne ſeroient pas ſaillans, pourvu qu'ils ne ſoient qu'à quelques pieds ſous la ſuperficie des eaux, parce qu'ils n'en briſeront pas moins le premier choc de la lame. Si l'on étoit privé de cet avantage, il faudroit faire, à vingt-cinq ou trente toiſes de l'ouvrage que l'on veut fonder, une contre-jettée à pierres perdues, pour ne pas l'expoſer en plein aux tourmentes de la mer. Faute d'avoir uſé de cette précaution pour conſtruire le mole qui couvre l'entrée du port de Nice, on a éprouvé des difficultés qu'on ſe fût épargné ſi, au lieu d'avoir couvert le pied de ce mole d'une quantité prodigieuſe de pierres, on les avoit employées à former une contre-jettée à trente toiſes en avant; alors la mer fût reſtée preſque dormante dans l'intervalle des deux, & il n'y auroit eu que la jettée qui eût eſſuyé l'effet des vents du ſud.

ſur l'établiſſement des moles, pour prévenir tout inconvénient.

Pl. XXII, *fig.* 4.

819. Pour marquer les alignemens qu'il faudra donner à une contre-jettée, à un mole, ou à toute autre eſpece d'ouvrage qu'on veut établir dans la mer, on ſe ſert de ce que les marins appellent *bouées*, qui ne ſont autre choſe que des morceaux de liege, chacun attaché à une corde appellée *boirin*, arrêtée à l'autre bout par une groſſe pierre poſée au fond de l'eau au-deſſous de l'endroit où l'on veut que la bouée paroiſſe flottante, ce qui ſe fait en proportionnant la longueur de la corde à la profondeur de la mer. Ces bouées ainſi placées de diſtance en diſtance, forment enſemble une eſpece de chapelet qui figure aſſez

Maniere de tracer ſur la ſurface de la mer les travaux qu'on y veut fonder.

exactement le tracé que l'on doit ſuivre, ſur-tout aux ports de la Méditerranée, où le flux n'eſt pas ſenſible. On plante auſſi un ou deux pilots à chaque angle, auxquels on attache des perches, ayant au bout de petites banderoles, afin de rendre les alignemens ſenſibles & de ſe conduire avec plus de certitude; après quoi l'on fait travailler de front trois ou quatre machines à curer les ports, ſuivies d'autant d'autres, pour creuſer les fondemens de la jettée juſques au ferme, & afin d'enlever la vaſe, principalement s'il étoit queſtion de bâtir ſur la jettée quelqu'ouvrage de conſéquence: autrement il ſeroit dangereux qu'un trop grand affaiſſement n'en causât la ruine.

Deſcription & uſage des pontons ſervant à tranſporter les blocs de pierres pour former un enrochement.

820. Ces précautions priſes, on a, indépendamment d'un grand nombre de batteaux propres à porter la pierre & le gravier, d'autres bâtimens de mer appellés *pontons*, conſtruits à varangue plate, & faits exprès pour aller chercher le long de la côte & dans les endroits les plus à portée, des blocs de rocher; les plus gros ſont les meilleurs, ſur-tout pour les contre-jettées, parce qu'ils préſentent d'autant moins de ſurface à l'action de la mer agitée qu'ils ont plus de maſſe à proportion; on obſerve ſeulement qu'ils ſoient de pierre dure & non point feuilletée, comme eſt celle qui tient du *roc ardoiſin*. Quelquefois on les trouve tout diſpoſés à être chargés, ou bien on les détache par le pétard. Pour plus d'intelligence, la planche XXIV comprend les devéloppemens d'un ponton avec ſes agrès, dont voici la manœuvre.

Ce bâtiment étant proche de terre, on abaiſſe le pont-levis AB, moyennant deux mouffles C, D, l'une attachée au pont & l'autre au chaſſis ſervant à cet uſage, pour en tirer un nombre de traîneaux F & les charger chacun d'un ou pluſieurs blocs à l'aide des pinces ou leviers, après quoi on les attache l'un après l'autre à deux cordes entortillées ſur l'eſſieu d'une roue à tympan, avec laquelle on fait marcher le traîneau juſques ſur le ponton, en ſoulageant le frottement par pluſieurs rouleaux K; & lorſqu'il y eſt parvenu, on le range de côté pour faire place à un autre. Indépendamment du ſecours de la roue, l'on a encore celui de quelques poulies de retour I, repréſentées par la figure 5, que l'on frappe aux mâts, aux montans E, ou aux arganaux G pour détourner de la direction naturelle les cordes des traîneaux ſelon l'exigence du cas. Au ſurplus, on ſuppoſe qu'il y a deux pompes placées en H pour épuiſer l'eau du fond.

Pl. XXV. fig. 2, 3, 4, 5 & 6.

Le ponton étant chargé, on le conduit à l'endroit où doivent être jettées les pierres, moyennant un petit bateau à rame, ſervant auſſi à manœuvrer autour. Le tranſport des pierres ſe payant à la toiſe cube, on a ſoin de marquer ſur l'avant & l'arriere du ponton, d'après des expériences, la quantité d'eau qu'il tire ſelon ſa charge, afin d'en pouvoir juger tout d'un coup; & comme la friponnerie ſe gliſſe par-tout, on obſerve ſi le patron n'a pas introduit de l'eau dans le fond de ſon bâtiment, pour lui tenir lieu d'une partie de ſa charge, que l'on ſçait pourtant devoir monter environ à trois toiſes cubes par voyage; c'eſt-à-dire; qu'alors le ponton doit occuper la place de trois toiſes cubes d'eau de plus qu'il ne faiſoit auparavant. Au reſte, comme à l'aide des figures 2, 3 & 4 de cette planche, il eſt aiſé de juger de tout ce qui appartient à ces ſortes de bâtimens, je ne m'y arrêterai pas davantage.

Regle ſur la maniere de déterminer la largeur de la baſe d'un mole relativement à la profondeur de l'eau.

821. Lorſqu'il s'agira d'établir un mole, il faut en le tracant obſerver de lui donner beaucoup d'empattement; la meilleure regle pour avoir la largeur de ſa baſe, eſt de déterminer d'abord l'épaiſſeur LM qu'il faudra lui donner au ſommet ſelon ſa deſtination, y ajouter le quadruple de la profondeur LN de l'eau, afin que le talud d'une de ſes deux faces ſoit environ double de ſa hauteur LN. Par exemple, ſi l'on vouloit faire une batterie en avant dans un endroit où la profondeur de la mer ſeroit de vingt pieds, & que cette batterie dût occuper une plate-forme de trente pieds d'épaiſſeur, il faudroit que le mole en eût cent dix ſur ſa baſe, afin que ſes taluds fuſſent chacun de quarante pieds; on peut même en donner juſqu'à cinquante, c'eſt-à-dire, deux fois & demie la hauteur, au talud de la face qui ſera la plus expoſée aux reſſacs de la mer, afin que rencontrant un plan plus incliné, elle y trouve moins de priſe. S'il étoit ſeulement queſtion d'une contre-jettée ALMB, dans un endroit où le fond de la mer ne fût pas trop vaſeux, on pourroit ſe diſpenſer de lui creuſer une fondation & ſe contenter de l'établir tout naturellement, comme eſt ici la baſe AB; mais quand il s'agira, ainſi que nous l'avons dit précédemment, d'un ouvrage qui demandera d'être travaillé avec plus de ſoin, il faudra alors, en ſuppoſant le fond à la hauteur CD, y creuſer l'encaiſſement EFHG, que l'on remplira de la maniere ſuivante.

Pl. XXIV. fig. 1.

Dans la Méditerranée la mer n'eſt point agitée, même

822. Pour faire un bon emploi des pierres, nous les diviſerons en trois eſpeces, ſans compter les recoupes, cailloux & gros gravier, ſervant à garnir les vuides qu'elles laiſſeront entre

dans un gros tems, à la profondeur de 12 à 15 pieds au-deſſous de ſa ſurface.

elles ; la premiere eſpece ſera compoſée des blocs de rocher dont nous venons de faire mention, qui peuvent ſeuls ſervir par leur amas à former une contre-jettée, lorſqu'on peut en avoir en quantité ſuffiſante ; la ſeconde, de pierres qui ſeront d'un volume beaucoup moindre ; & enfin la troiſieme de celles qui vont immédiatement après ces dernieres. On jugera de la poſition qui leur convient le mieux, dès qu'on ſera prévenu qu'à la profondeur de 12 à 15 pieds au-deſſous de la ſurface de la mer, elle n'y eſt que peu agitée, même dans un gros tems, ſon calme allant toujours en augmentant juſqu'au fond ; de ſorte qu'à vingt-quatre ou vingt-cinq pieds, l'expérience montre que les plus petites pierres qu'on y a noyé ne changent pas de ſituation. Il réſulte de-là qu'à cette profondeur on peut commencer l'enrochement avec les pierres de la derniere eſpece, & le continuer de même juſques environ à la hauteur de douze pieds, enſuite employer les moyennes par gradation & répandre les gros blocs ſur le talud expoſé à la mer du large, en les poſant ſur la face qui peut leur donner le plus d'aſſiette, de maniere qu'ils s'engrainent & s'accrochent en liaiſon le plus qu'il eſt poſſible, à quoi leur irrégularité ſert merveilleuſement quand le travail eſt fait avec attention. On employe s'il le faut des plongeurs intelligens, & cela dans un tems calme, où l'on diſtingue ſenſiblement les objets noyés à huit & dix pieds de profondeur, qui eſt celle ſur laquelle la mer eſt le plus agitée, par conſéquent où il importe davantage de ſe fortifier contre ſes effets.

Maniere de faire un bon emploi des pierres pour compoſer un enrochement ſolide.

823. Ceci bien entendu, l'on commence le travail par un premier lit de pierres de médiocre groſſeur, dont les plus fortes doivent être miſes le long des bords, par où il faut débuter en les rangeant près-à-près, enſuite on en jette d'autres dans tout l'eſpace renfermé par le cordon que formeront les précédentes, rempliſſant de recoupes, cailloux & gravier tous les vuides qui ſeront reſtés ; en ſorte que ſur l'eſtimation de la charge de trois bateaux, on en emploiera une de cailloux & gros gravier ſur deux de pierre. On peut même, quand la côte eſt abondante en huîtres, en répandre le plus qu'on pourra dans le corps de la jettée, parce qu'elles s'y multiplieront au point de ne plus laiſſer aucun vuide. On continuera de même de lit en lit, en obſervant 1°. de les retrécir ſucceſſivement pour former les retraites qui doivent donner lieu au talud ; 2°. de poſer toujours les plus groſſes pierres vers les bords, principalement pour celui qui aura le plus

à ſouffrir ; 3°. de diſpoſer ces mêmes pierres de maniere qu'elles préſentent en dehors leur plus petite face, comme font les boutiſſes dans la maçonnerie. Cette manœuvre ſera répetée juſqu'à trois pieds au-deſſous de la ſuperficie du niveau des mortes eaux ; car s'il étoit queſtion d'une contre-jettée, il ſeroit nuiſible de l'élever davantage, parce que les vagues venant du large en frapperoient le ſommet avec tant d'impétuoſité qu'elles l'auroient bientôt détruite, au lieu qu'il faut qu'elles viennent ſeulement ſe briſer par-deſſus, ce qui arrive quand on les flatte pour ainſi dire ſans s'y oppoſer directement ; pour cela il faut donner un peu de talud au ſommet de la jettée, afin de leur offrir un plan incliné compoſé des plus groſſes pierres de la ſeconde eſpece, toutes poſées en boutiſſes, qui ſe maintiendront d'autant mieux que l'on aura eu plus d'attention à les garantir par la bonnne diſpoſition des blocs de rocher placés en avant, qui empêcheront que la lame ne puiſſe ſapper les derniers lits. Je paſſe ſous ſilence une infinité d'autres ſujettions également eſſentielles pour la ſolidité de l'ouvrage, parce qu'un peu d'expérience en apprendra plus que tout ce que je pourrois ajouter ici.

824. Comme à meſure qu'on forme les lits de pierre, la mer les couvre de ſon limon & d'une quantité innombrable de petits coquillages qui s'y attachent volontiers, ſans parler du ſable qu'elle dépoſe dans leurs interſtices ; toutes ces choſes enſemble donnent lieu à une concrétion qui fait qu'au bout de quelque tems les pierres ſe trouvent unies les unes aux autres, de maniere à ne plus former enſemble qu'un ſeul corps, comme la maçonnerie ; c'eſt de quoi l'on a un nombre d'exemples. En dernier lieu, à la barre de Bayonne, on a eu toutes les peines du monde à détruire quelques bouts de digues faites anciennement à pierres perdues ; on les trouva auſſi indiſſolubles que ſi elles avoient été liées avec le meilleur ciment. On remarqua, en les détachant, que la principale cauſe de leur union étoit un limon noir & gluant, mêlé de petits coquillages & de goëmon, dont les ſels s'accrochoient vraiſemblablement à ceux de la pierre, ce qui arrive ſur-tout quand elle eſt un peu ſpongieuſe.

Le limon & les coquillages que la mer dépoſe dans les vuides que laiſſent les pierres, font que dans la ſuite des tems elles ſe lient de la maniere la plus ſolide.

825. Lorſque l'enrochement doit ſervir de baſe à un mole élevé en maçonnerie, il faut, quand on ſera à cinq ou ſix pieds au-deſſous de la ſuperficie de l'eau, avoir attention d'arranger les pierres avec plus de ſoin que jamais, d'en bien rem-

Il faut, après avoir formé un enrochement, le laiſſer repoſer pendant un an,

pour lui donner le tems de s'affaiſſer, avant que de rien bâtir deſſus.

plir les vuides avec d'autres plus petites qu'on y introduira facilement, continuant de la ſorte juſqu'à quatre pieds près du niveau des mêmes eaux; alors on laiſſera repoſer le tout pendant un an, afin que l'agitation de la mer & le choc des vagues lui faſſent prendre ſon plus grand affaiſſement, & que pendant ce tems les pierres puiſſent s'arranger dans la poſition mutuelle qui leur conviendra le mieux. Au ſurplus, il eſt d'une extrême importance d'empêcher, par des ordonnances les plus rigoureuſes, qu'on ne vienne prendre des coquillages ſur les taluds, parce que les pêcheurs en fouillant ne manqueroient pas de les dégrader, & de cauſer des affaiſſemens inégaux, par conſéquent des crevaſſes dont les ſuites ne pourroient être que fâcheuſes; ce terme écoulé, l'on examinera l'ouvrage pour voir combien il s'eſt affaiſſé, afin de l'élever & de l'arraſer à la même hauteur où on l'avoit terminé, c'eſt-à-dire, à quatre pieds au-deſſous de la ſurface de l'eau.

Préparation pour diſpoſer le ſommet de l'enrochement à recevoir la maçonnerie qui en doit faire le couronnement.

826. Pour entamer la maçonnerie dans un tems calme, on commencera par faire une grande quantité de mortier compoſé de moitié ſable & gros gravier avec autant de chaux vive & de pozzolane, bien mêlangés & conroyés enſemble, ſemé de quantité de petites pierres & cailloux gros à peu près comme des noix, dont on formera des tas à portée de l'ouvrage, ou mieux encore dans des batteaux plats; on le laiſſera ſécher pendant vingt-quatre heures, & lorſqu'il ſera en état d'être pioché, l'on en remplira des bennes, dont le fond doit être fait en ſoupape ou clapet, afin de les vuider le plus près que l'on pourra du ſommet de l'enrochement, pour que le mortier ne ſe délaye pas trop en traverſant l'eau. En s'y prenant de la ſorte on en fera un lit ſur toute l'étendue de ſa ſurface pour pénétrer les vuides qui y ſeront reſtés, après quoi l'on y répandra le plus également qu'il ſera poſſible d'autres cailloux plus gros que les précédens, que l'on preſſera de haut en bas avec une eſpece de rabot plat pour les enfoncer dans le mortier. On répétera cette manœuvre, c'eſt-à-dire, d'étendre alternativement un lit de mortier & un autre de cailloutage, tant qu'on ſoit parvenu à un pied au-deſſous des mortes eaux, prenant garde de bien arraſer de niveau le dernier lit qui doit recevoir la premiere aſſiſe de la maçonnerie.

Attention qu'il faut avoir en conſtruiſant la maçonnerie de la plate-for-

827. Les paremens en ſeront faits avec de la pierre dure & du plus fort échantillon, poſée en boutiſſes & pannereſſes avec mortier de ciment, bien liées enſemble par des crampons & pattes de fer ſcellés en plomb, comme il eſt enſeigné aux articles 341

& 342; le reſte de l'épaiſſeur ſe remplit de maçonnerie ordinaire. Lorſqu'on ſera parvenu environ à trois ou quatre pieds au-deſſus des mortes eaux, on fera de chaque côté une retraite de huit ou dix pieds de largeur pour tenir lieu de berme, comme le montre la figure 1 de la planche XXIV; on élevera deſſus, par une continuation de bonne maçonnerie, le corps de la jettée que l'on couronnera d'un pavé avec toute l'attention que le mérite la conſéquence de cet ouvrage. Je ne dis rien de l'élévation qu'il faudra donner à la jettée au-deſſus des bermes, non plus que de ſon épaiſſeur, qui doit dépendre de l'objet qu'on ſe propoſe, étant à préſumer qu'en dreſſant le projet, on aura fait toutes les obſervations convenables à ſa conſéquence: j'ajouterai ſeulement que le profil du mole repréſenté par la figure précédente, eſt dans le goût de celui qu'on a élevé au port de Cette en Languedoc, qui peut ſervir auſſi à donner une idée de ceux de Civita-Vecchia (art. 651).

me d'un mole ou d'une jettée.

828. Si au lieu d'un ſimple mole on vouloit faire ſur l'enrochement une enceinte pour la fermeture d'un port en y ménageant des flancs & des batteries, il faudroit après avoir élevé & bien arraſé de niveau le maſſif compoſé de mortier de cailloux à dix-huit pouces au-deſſous des mortes eaux, établir pour les murs un grillage compoſé de longrines & de traverſines ayant dix à douze pouces d'équariſſage, dont les compartimens doivent être tout au plus de trente pouces en quarré & bien chevillés ſur les entailles dans l'attelier même où l'on aura conſtruit ce grillage, afin qu'étant lancé à l'eau, l'on puiſſe en le faiſant flotter par parties de huit ou dix toiſes de longueur, le conduire pour être mis en place dans les alignemens qui lui conviendront, où il ſera aiſé de le fixer en le chargeant de pierres pour l'enclaver dans la maçonnerie. En même tems, on en remplira les compartimens avec du mortier de pozzolane, de terraſſe de Hollande, ou de cendrée de Tournay, ſelon qu'on ſera à portée d'avoir commodément l'une de ces matieres; mais avant que d'en venir là, il faut obſerver 1°. d'éloigner le bord extérieur de ce grillage d'environ 15 pieds de celui de l'enrochement, pour le côté qui regarde la mer, & de 12 ſeulement du côté du port, lorſque ce dernier ſervira de baſe au revêtement intérieur du rempart, afin d'avoir de part & d'autre des bermes d'une largeur ſuffiſante pour que la charge de la maçonnerie & le rempliſſage de la plate-forme qu'on élevera n'occaſionnent pas de pouſſée ſur les taluds de l'enrochement. 2°. De donner à ces grillages deux

Méthode qu'il faut ſuivre pour élever ſur un enrochement l'enceinte d'un port, ou quelqu'autre ouvrage conſidérable.

pieds de largeur de plus que la baſe du mur n'aura d'épaiſſeur, afin de pouvoir ménager de deux côtés une retraite de dix ou douze pouces. 3°. De les charger de toutes les groſſes pierres que l'on aura amaſſées pour former l'enceinte, & de les laiſſer en cet état pendant pluſieurs mois, afin de donner lieu à l'enrochement de s'affaiſſer tout de nouveau, autant que le premier arrangement des pierres & la nature du fond pourront le permettre; encore ne doit-on pas tellement y compter que l'on ne prenne d'ailleurs ſes meſures pour s'élever de trois ou quatre pieds plus qu'il ne ſembleroit qu'on devroit le faire, afin d'être préparé à tout événement. Faute d'avoir eu cette attention en conſtruiſant l'enceinte de la nouvelle darce de Toulon, il eſt arrivé qu'elle a baiſſé pendant quelques années au point que les embraſures des batteries ſe ſont trouvées noyées dans les vives eaux; au ſurplus, il faut conduire l'ovrage par arraſe réglée ſur toute ſon étendue, pour que les affaiſſemens, s'ils ont encore lieu, puiſſent ſe faire par-tout également.

Attention qu'il faut avoir pour garantir des houles de la mer, le pied de l'enceinte élevé ſur un enrochement. Avantage que l'on peut tirer des contreforts pour mettre les batteries à l'épreuve de la bombe.

829. Ayant élevé le corps de l'enceinte en toute bonne façon ſelon les regles de l'art, à quoi je ne m'arrête pas, on peut encore en garantir le pied contre les reſſacs de la mer, en poſant ſur la berme extérieure une continuation de gros blocs de rocher, qu'on nomme alors *briſants*, afin de mettre le revêtement entiérement hors d'atteinte dans un gros tems. J'ajouterai que les contreforts qui en aſſurent la ſolidité ſe font d'une longueur ſuffiſante pour ſervir de piédroit aux voûtes dont leurs ſommets ſont liés, afin de former des arcades qui mettent le canon répondant aux embraſures, à l'abri des bombes; qu'au-deſſus de ces arcades on ménage un chemin de rondes, couvert d'un parapet ayant ſa banquette, & qu'enfin on donne quelquefois aſſez de largeur à la plate-forme & d'élévation au-deſſus des vives eaux, pour pouvoir adoſſer à ce cours d'arcades des bâtimens propres à la marine, comme on l'a fait à Toulon; c'eſt de quoi l'on pourra juger en conſidérant la figure 3, pl. XXII, qui eſt un profil de ſa nouvelle darce, relatif à une partie de ce qu'on vient de dire.

De quelle maniere on doit terminer les extrémités des moles pour former l'entrée du port qu'ils renferment.

830. Il eſt important de faire attention, lorſque les extrémités de deux moles viennent aboutir vis-à-vis l'une de l'autre pour former l'entrée d'un port, que ne devant donner à cette entrée qu'environ ſeize toiſes de largeur, afin de pouvoir la fermer commodément la nuit avec une ou pluſieurs chaînes, il faut qu'elle ſoit terminée de droite & de gauche par deux

gros

gros murs ſervant de profils à l'enrochement pour en ſoutenir les bouts, parce que s'il avoit de ce côté là le talud que nous avons dit qu'il falloit lui donner, cette entrée ſeroit trop large & mettroit l'intérieur du port trop à découvert ; c'eſt à quoi l'on a réduit celle de la vieille & de la nouvelle darce de Toulon, quoiqu'elles fuſſent couvertes par les éminences qui ſont en avant ſur les bords de la rade. Ces deux murs doivent être établis d'avance, afin d'y appuyer l'enrochement à meſure qu'on l'élevera. Comme il s'agit de la Méditerranée, où nous ſuppoſons qu'on ne veut point faire de batardeaux ni d'épuiſemens, on jugera de la méthode qu'il faut ſuivre pour fonder ces murs, par ce que nous allons enſeigner ſur la maçonnerie de beton & ſur celle qui ſe fait par encaiſſement.

Grande entrepriſe des Hollandois pour conſtruire par enrochement un mole dans la baye du cap de Bonne Eſpérance. Sage conduite de la république à cet égard.

831. Les Hollandois ont entrepris depuis quelques années de faire dans la baie du cap de Bonne-Eſpérance, un mole à pierres perdues, dont l'exécution eſt digne de la conſtance & du courage des Romains. Il doit avoir quatre mille toiſes de longueur ſur cent de largeur au ſommet, dans un endroit où la mer a plus de cinquante pieds de profondeur, d'où l'on peut juger de l'extrême largeur de la baſe de ce mole ; il a pour objet de joindre le pied de la montagne du Lion, ſituée au ſud de la baye, avec l'iſle Robben, qui eſt au milieu de ſon entrée, afin de former ſous la ville & le fort de Bonne-Eſpérance un port, ou plutôt une rade, qui aura environ quatre lieues de longueur ſur deux & demie de largeur, & où les vaiſſeaux ſeront parfaitement à couvert des vents, qui ſont extrêmement dangereux ſur cette côte. Cette rade ſera d'autant plus commode que le fond en eſt bon, & qu'on y a depuis ſoixante juſqu'à quatre-vingt-dix pieds de profondeur d'eau. La conſtruction de ce grand ouvrage ſe trouve facilitée le plus heureuſement du monde par l'abondance des pierres que fournit la montagne de la Table, adjacente à celle du Lion, & par une quantité prodigieuſe d'huîtres que l'on ramaſſe le long de la côte, pour remplir les vuides que les pierres que l'on jette peuvent laiſſer entre elles. Tous les criminels qui ont mérité la mort, excepté les meurtriers, ſont condamnés pour le reſte de leur vie à travailler au progrès de ce fameux mole, dont il y a déja un bout aſſez avancé pour mettre à l'abri un nombre de petits bâtimens.

SECTION II.

De la maniere d'employer le beton pour les fondations faites au fond de l'eau ſans batardeaux ni épuiſemens.

Idée générale de la maniere d'établir dans la mer, avec de la maçonnerie de beton, les fondemens d'un fort, d'un fanal, ou d'une jettée.

832. Pour préparer l'eſprit de ceux qui n'ont nulle connoiſſance des travaux dont il va être queſtion, nous commencerons par leur en donner une légere idée, afin qu'ils ſentent mieux la néceſſité de toutes les choſes qui doivent y concourir, que nous rapporterons enſuite dans l'ordre qui leur conviendra le mieux.

On ſuppoſe qu'il s'agit d'établir dans la mer, à la profondeur de quinze, vingt, & juſqu'à vingt-cinq pieds, les fondemens d'un fort ou d'une jettée, en commençant par le pourtour de l'ouvrage, ſans ſe mettre en peine de ſon terre-plein, que l'on formera enſuite à loiſir en rempliſſant de toutes ſortes de matériaux l'eſpace qu'on aura embraſſé; c'eſt-à-dire que les fondemens dont il s'agit ne doivent régner que ſous le mur d'enceinte ſeulement, ne leur donnant qu'une épaiſſeur proportionnée à la profondeur de l'eau, le parement intérieur élevé à plomb, l'extérieur ayant un talud d'un cinquieme ou d'un ſixieme de ſa hauteur, comme pour les revêtemens ordinaires, afin de ne point augmenter la dépenſe & le travail ſans néceſſité.

L'ouvrage ayant été tracé avec des bouées, comme il eſt dit (art. 819), & garanti des fureurs de la mer par une contrejettée que l'on aura fait proviſionnellement, ſi elle a été jugée néceſſaire, on commence par faire un coffre avec des pilots, palplanches, ventrieres, &c. comme s'il s'agiſſoit de former un batardeau, dans le goût de celui que nous avons expliqué (article 219), avec cette différence qu'on ne le conſtruit point en entier, comme s'il falloit mettre à ſec l'eſpace qu'il renferme, parce qu'il ſuffit de ne l'entreprendre que par parties; & au lieu de le remplir avec de la terre glaiſe on le fait avec du mortier de beton mêlé de pierres qui occupent ſucceſſivement la place de l'eau. Comme pour les batardeaux pareils à celui que nous venons de citer, il faut que le maſſif ſoit enraciné de quelques pieds au-deſſous du fond de l'eau, l'on en uſe de même à l'égard des fondemens que l'on veut élever, en creuſant une tranchée; ce qui ſe fait par le moyen d'une machine à cuilliere poſée ſur le ſommet du coffre, & que l'on promenne le long de l'ouvrage

à meſure qu'elle a enlevé la vaſe juſqu'au bon fond, que l'on rencontre ordinairement en mer à peu de profondeur; mais s'il étoit fort bas, on prendroit les précautions dont on a coutume d'uſer dans les circonſtances ordinaires.

Cette préparation étant achevée, on éleve la maçonnerie, en faiſant ſucceſſivement des lits de mortier de beton ſemé de pierres, pour en remplir le coffre juſqu'à la hauteur des mortes eaux; cependant comme en plongeant ce mortier il perdroit beaucoup de ſa qualité, ſi en tombant il avoit à traverſer une grande hauteur d'eau qui en détacheroit la meilleure partie de la chaux, on a trouvé le moyen, à l'aide d'une autre machine, de le deſcendre juſqu'auprès du fond, ſans aucune altération. Ce ſont toutes ces choſes que nous allons détailler juſques dans leur moindre circonſtance, en commençant par ce qui appartient aux coffres; elles en méritent d'autant plus la peine qu'elles ſont moins connues, & que nous ſuppoſons toujours parler à des perſonnes peu inſtruites.

Détail ſur la conſtruction du coffre ſervant à recevoir & à former la maçonnerie de beton.

833. Quoique le coffre pour contenir la maçonnerie dont il s'agit ſoit des plus ſimples, nous n'avons pas laiſſé d'en rapporter les pieces principales à l'occaſion de la machine précédente, en la repréſentant dans la poſition où elle ſe trouve quand on en fait uſage. Mais pour ne parler préſentement que de ce coffre, on en jugera par ſon profil compris dans la figure quatrieme de la planche XXIII, où l'on ſuppoſe que la ligne AB marque la hauteur des vives eaux, & la ligne CD le fond de la mer: que les pilots AB appartiennent aux rangées que l'on a battu de droite & de gauche pour former l'encaiſſement ſur une longueur de dix ou douze toiſes ſeulement, pour n'embraſſer d'ouvrage que celui qu'on peut faire dans un tems limité & propre à une pareille entrepriſe; qu'ils ont été coëffés d'un chapeau D, qu'on y a attaché les ventrieres ſupérieures E, & ſuſpendu les inférieures G à l'aide des étriers attachés en H, pour ſoutenir les palplanches F qui compoſent le coffre, ſur les bords duquel ſont poſés deux madriers O ſervant de plate-forme aux rouleaux R qui portent la machine pour plonger le beton; que la ligne IK marque le fond de la tranchée qu'on a creuſé au-deſſous du lit CD de la mer; & qu'enfin ILMK comprend le beton mêlé de pierres noyées en commençant la fondation.

Pl. XXIII. Fig. 4.

On peut, pour plus d'intelligence, conſidérer la figure troiſieme de la planche XXVI, qui montre à vue d'oiſeau le coffre

& la machine que l'on trouvera encore exprimés dans un autre ſens par la figure troiſieme de la planche XXV ; ainſi ces figures conſidérées enſemble, relativement aux lettres ſemblables qui déſignent les mêmes pieces, ne laiſſeront rien à deſirer pour l'intelligence de la choſe.

Regle générale ſur la maniere de déterminer la largeur qu'il faut donner au coffre précédent ſelon la profondeur de l'eau.

834. La largeur du coffre étant la même que l'épaiſſeur de la maçonnerie, l'on ſuit ordinairement pour regle quand on travaille dans l'intérieur d'un port, de faire cette épaiſſeur égale à la moitié de la profondeur de l'eau ; mais ſi cette maçonnerie devoit être expoſée à la mer du large, ou à quelque courant impétueux, on lui donne alors pour épaiſſeur les deux tiers de la hauteur de l'eau. Ainſi l'on jugera par cette regle de l'intervalle qu'il doit y avoir entre les deux rangées de pilots dont la force ſera proportionnée à la hauteur de la maçonnerie de beton & à la profondeur où ces pilots devront être enfoncés pour pénétrer de pluſieurs pieds dans le terrein ferme, afin de les rendre capables de ſoutenir l'impétuoſité des vagues de la mer & la pouſſée de la maçonnerie, juſqu'à ce qu'elle ait fait corps. C'eſt pourquoi il faut, ſuivant la nature du fond, les armer de lardoires & de frettes de fer, ainſi que les palplanches, leurs têtes récépées à trois ou quatre pieds au-deſſus des plus hautes eaux, afin de garantir la maçonnerie de l'action des vagues lorſqu'elle ſera aſſez élevée pour s'en reſſentir.

Autre regle pour déterminer ſelon la profondeur de l'eau l'intervalle des pilots qui ſoutiendront le même coffre.

835. Ces pilots doivent être eſpacés relativement à la hauteur de la maçonnerie, pour proportionner leur réſiſtance commune à l'effort qu'ils auront à ſoutenir de la part de ſa pouſſée, toujours relative à cette même hauteur. Lorſqu'elle ne paſſera pas dix pieds, il ſuffira d'en donner ſix d'intervalle du centre d'un pilot à celui de l'autre ſuivant. Quand elle ſera d'environ ſeize pieds, on les poſera à la diſtance de quatre ; & de trois ſeulement, lorſque la hauteur de la maçonnerie ira depuis vingt juſqu'à vingt-cinq pieds. Tous ces pilots ſeront bien entretenus enſemble par un chapeau ; les deux files oppoſées, liées de diſtance en diſtance avec des clefs ou entretoiſes traverſant la partie ſupérieure du coffre, pour mieux les aſſurer contre l'écartement ; on les ſupprime lorſque le beton ayant fait corps eſt couronné par une arraſe de maçonnerie ordinaire.

Ces files de pilots ſeront encore liées par deux ventrieres poſées intérieurement pour ſervir d'appui aux vanages, la ſupérieure d'une groſſeur plus forte que la ſeconde, afin de donner lieu au

talud des palplanches, tant d'un côté que de l'autre, comme on le voit au profil, dans le cas où l'on auroit pour objet la conſtruction d'un batardeau, d'une digue, ou d'une jettée iſolée. Mais s'il étoit queſtion du revêtement d'un quai, ou de la fondation d'une enceinte, il ne faudroit faire régner le talud que du côté extérieur ſeulement, élevant l'intérieur à plomb, afin d'avoir égard à la pouſſée que la maçonnerie ſoutiendra de la part des matieres dont le terre-plein ſera compoſé. Ainſi l'on voit que les deux ventrieres qui répondront à la même file, doivent être de pareil ou d'inégal échantillon, ſelon le profil que l'on doit exécuter; on remarquera ſeulement que la ſeconde devant être plongée dans l'eau au tiers ou au quart de ſa profondeur, ſelon que le coffre aura plus ou moins de hauteur, il n'y a pas d'autre moyen de la fixer que de la ſuſpendre avec des étriers de fer ou des cordes attachées aux pilots au-deſſus du niveau des plus hautes eaux, comme en H, où l'on a la liberté d'agir. Pl. XXIII. Fig. 4.

836. Quant aux palplanches, on voit la néceſſité de les faire d'une épaiſſeur non-ſeulement proportionnée à la hauteur de l'eau & à la pouſſée de la maçonnerie, mais encore à la profondeur que l'on ſentira devoir donner à la tranchée qu'il faudra creuſer pour enlever la vaſe du fond de l'encaiſſement juſqu'au terrein ferme. C'eſt à quoi il importe fort d'avoir égard pour qu'elles s'y trouvent enfoncées au moins de deux pieds : attention qui regarde également les pilots & dont on aura eu ſoin de s'inſtruire avant que d'entamer l'ouvrage, par les ſondes que l'on aura faites pour juger de la nature du fond, par conſéquent du travail qu'il exigera. Nous paſſons ſous ſilence que ces palplanches doivent être bien encaſtrées les unes avec les autres à rainures & languettes, comme on l'a expliqué (art. 277), leurs têtes récépées à la hauteur du chapeau des pilots, & toutes attachées aux ventrieres, ne laiſſant aucune fente dans leur jonction, de crainte qu'une partie de la chaux & de la pozzolane la plus déliée venant à s'échapper, ne laiſſe des vuides dans la maçonnerie; après quoi on fera uſage de la machine à cuilliere pour enlever la vaſe du fond juſqu'au terrein ferme. Avant que de la décrire il eſt bon d'obſerver que le détail que nous venons de donner pour un bon encaiſſement, peut être appliqué aux batardeaux qu'il faudra faire lorſqu'on ſera dans la néceſſité indiſpenſable de mettre à ſec quelques endroits pour rempiéter le revêtement des anciens ouvrages. *Détail ſur la maniere d'employer les palplanches de ce coffre.* Pl. XXV. Fig. 1 & 2.

dégradés, ce qui cauſe quelquefois autant & plus de difficulté qu'on n'en a eu d'abord à les conſtruire à neuf; d'où s'enſuit la néceſſité de s'appliquer à rendre bien ſolide la maçonnerie qu'on établira dans l'eau, en conſidérant dans l'avenir le plus éloigné tout ce qui pourroit en cauſer le dépériſſement, afin d'y remédier autant qu'il eſt poſſible.

La connoiſſance que nous avons des monumens antiques, eſt une preuve convaincante que quand on a de bons matériaux, c'eſt preſque toujours la faute de ceux qui n'ont point ſçu les bien employer ſi leurs ouvrages paroiſſent fort éloignés d'avoir une deſtinée auſſi glorieuſe, & ſi au contraire la plupart tombent en ruine du vivant même de leur auteur.

Deſcription & uſage de la machine à cuilliere ſervant à enlever la vaſe & le mauvais terrein qui peuvent ſe trouver au fond du coffre. Pl. XXV.

837. Les pieces qui compoſent la baſe de la machine dont il s'agit ſe réduiſent à trois ſemelles ou patins AB liées aux traverſes CD, obſervant que les deux premieres le ſont encore par les entretoiſes EF qui ne paroiſſent que ponctuées de même que le reſte, parce que cette baſe eſt en partie couverte par les autres pieces ſupérieures; mais il eſt aiſé de ſe l'imaginer, d'autant mieux qu'on la retrouve dans le profil qui eſt au-deſſus, où eſt repréſenté le chevalet GHIK élevé ſur la troiſieme ſemelle AB; ce chevalet ſervant avec deux autres pareils à ſoutenir l'arbre de la roue & la cuilliere: ainſi un peu d'attention ſuffira pour en juger. C'eſt pourquoi nous paſſons à ce qui regarde le jeu de la machine, dont ne voici qu'une ſimple idée, parce qu'étant faite d'après celles qui ſervent à Toulon pour curer le port, & que nous avons amplement décrit dans le chapitre précédent, on pourra y avoir recours.

Il convient d'abord d'être prévenu que toute la machine eſt portée ſur deux poutrelles *a b* poſées au travers du bord de l'encaiſſement, & qu'on la change de place à meſure qu'après avoir creuſé un bout de tranchée, on veut qu'elle travaille plus loin; que le manche de ſa cuilliere paſſe entre les deux rouleaux L, M contre leſquels il s'appuie; ſavoir, ſur le premier L lorſque la cuilliere deſcend, & ſous le ſecond M quand elle vient à remonter. Ce mouvement dépend de l'action de la roue & de deux cordes principales attachées à la cuilliere; la premiere NZY la contraint de creuſer dans la vaſe & la releve enſuite quand elle s'en eſt remplie, ce qui arrive en faiſant tourner la roue de droite à gauche. La ſeconde TVSQ, qui eſt le *tire-arriere*, paſſant ſur la poulie S & contre le rouleau V, fait deſcendre la cuilliere après qu'on l'a vuidée dans une brouette

en ouvrant le clapet ſuppoſé placé en Q, & cela en tournant la roue d'un ſens contraire au précédent. Pl. XXV.

Vers l'extrêmité du manche eſt attaché une troiſieme corde OP, dont l'autre bout eſt amarré par trois ou quatre tours à la troiſieme ſemelle GK; ſon uſage eſt d'aſſujettir la cuilliere, à l'aide d'un manœuvre placé en P, à s'enfoncer à meſure que le mouvement de la roue l'y contraint, & de la diriger de façon à creuſer également ſur toute la largeur du fond. Lorſqu'elle a fait ſa priſe, le manœuvre la laiſſe remonter en lâchant la corde; ainſi elle deſcend, creuſe pour ſe charger, & remonte toujours alternativement. Enfin il y a encore une quatrieme corde paſſant ſur une poulie X, dont ſe ſert quelquefois le manœuvre précédent pour aider à relever la cueilliere, lorſqu'étant plus chargée que de coutume le mouvement de la roue a peine à la retirer.

838. Il importe fort d'obſerver que l'on peut ſe ſervir de cette machine, non ſeulement pour enlever la vaſe qui ſeroit au fond de la mer, mais auſſi pour toute autre occaſion où l'on voudroit creuſer des tranchées fort profondes dans un terrein fangeux, comme celui d'un marais mouvant, pour y établir les fondemens d'une digue, d'un batardeau, ou d'une chauſſée revêtue de maçonnerie, &c. Alors on commencera par enfoncer deux files paralleles de palplanches d'une longueur & groſſeur proportionnées à la profondeur où ſe trouvera le bon fond, dans lequel elles doivent être enracinées auſſi avant que le poids du mouton le permettra, après quoi l'on déblayera, comme à l'ordinaire, auſſi bas qu'il ſera poſſible le terrein renfermé dans l'encaiſſement; enſuite on fera travailler une ou pluſieurs machines qui approfondiront le reſte de la tranchée juſqu'au bon fond, fût-il à vingt & vingt-cinq pieds de profondeur, ſans ſe mettre en peine de l'eau qui remplacera le déblai, n'ayant d'autre ſujétion que de poſer des clefs & des entretoiſes par intervalle pour ſoutenir la pouſſée extérieure.

La machine précédente peut être employée fort utilement pour creuſer des tranchées très-profondes dans un mauvais terrein où l'on voudroit établir les fondemens de quelques ouvrages conſidérables.

839. Lorſqu'on aura atteint le bon fond, il faut le découvrir autant que l'on pourra, & lui donner un peu de pente du côté oppoſé au parement, pour mieux aſſurer la fondation contre la pouſſée que le revêtement aura à ſoutenir, prenant garde qu'il ait aſſez d'épaiſſeur pour pouvoir ſe paſſer de contreforts, parce que les bouts de tranchée qu'il faudroit pour les fonder, deviendroient peut-être trop difficiles à creuſer, par le peu de jeu qu'auroit la cuilliere. Au ſurplus il eſt inutile de s'attacher à rendre le fond uni: la maçonnerie dont il s'agit ne l'exige point;

Quand on établit avec de la maçonnerie de beton la fondation d'un mur qui a une pouſſée à ſoutenir, il faut la faire aſſez épaiſſe pour pouvoir ſe paſſer de contreforts.

au contraire, puiſque les petites cavités, de même que les éminences qui ſe rencontreront, ne peuvent que contribuer à les mieux lier enſemble.

Expédient qu'il faut ſuivre, lorſque le bon fond ſe trouve à une trop grande profondeur pour pouvoir y atteindre avec la machine précédente.

840. S'il arrivoit que le terrein ferme ſe trouvât beaucoup trop bas, & que celui qu'il faudra enlever fût d'une moyenne conſiſtance, il ſuffiroit de ne l'approfondir que de ſix à ſept pieds au-deſſous du fond de l'eau, après quoi l'on enfoncera par échiquier au plus grand refus d'un fort mouton des pilots eſpacés de trois pieds, dont on laiſſera ſaillir les têtes d'environ quatre pieds au-deſſus du ſol de la fondation, ſans ſe mettre en peine de les arraſer, ce qui pourra ſe faire dans l'eau même à l'aide des faux pieux dont il eſt parlé (art. 201); enſuite on enveloppera ces pilots par la maçonnerie de beton qu'on jettera, avec laquelle ils ne feront plus qu'un ſeul corps.

Mais ſi le même terrein ſe trouve vaſeux, on le creuſera auſſi avant qu'il ſera poſſible pour y deſcendre un grillage; on battra des pilots dans les cellules, en les laiſſant ſaillir de même que les précédens, & l'on jettera la maçonnerie de beton comme à l'ordinaire, obſervant de la conduire par arraſe de niveau ſur toute l'étendue de la fondation, pour ne pas charger le grillage plus d'un côté que de l'autre & pour rendre le taſſement égal. Il faut ſur toute choſe avoir attention de faire le coffre avec des palplanches d'une force ſuffiſante, & bien liées par des ventrieres redoublées; ces palplanches ſeront enfoncées le plus avant qu'il ſera poſſible dans le terrein ferme, pour prévenir l'écartement que pourroit cauſer un terrein auſſi mol que celui que nous ſuppoſons, lorſqu'il ſera chargé de tout le poids de la maçonnerie. Cependant il eſt à remarquer que cette même charge, auſſi-bien que les pilots, contribueront beaucoup à le conſolider, parce que la plus grande partie de l'eau dont il étoit imbibé s'échappera.

Il faut convenir que par cette méthode de fonder il n'y a point de difficulté qu'on ne ſurmonte de la part du terrein, & l'on pourroit douter pour les cas précédens qu'on en pût venir à bout autrement, puiſqu'il ne ſeroit pas queſtion de faire des batardeaux, dont l'exécution ſeroit auſſi difficile que la choſe même; car comment en établir la baſe aſſez avant pour que les tranſpirations ne paſſent point par deſſous, & les épuiſer au point de ne pouvoir jamais travailler à ſec?

Deſcription de la machine

841. Pour achever ce qui nous reſte à dire ſur les figures qui développent la machine à plonger le mortier de beton, on voit

voit qu'elle consiste en deux chevalets dressés sur un chassis Y porté sur deux rouleaux R servant à la mouvoir le long de l'encaissement; que ces chevalets, qui sont liés ensemble par deux moises ST, soutiennent l'essieu, où est suspendue la caisse W, à deux cordes toujours entretenues verticalement à la même distance, par des rouleaux accouplés X jouant sur une des moises.

servant à plonger le beton, pour qu'il ne perde point de son onction en traversant l'eau.

Pl. XXIII, XXV & XXVI.

Quant à cette caisse, qui a intérieurement trois pieds en tout sens, son fond Z *b* est fait en maniere de clapet mû sur deux tourillons *b* & soutenu quand il est fermé par un étrier *m*, au bas duquel est un anneau Z où est attachée une corde *a* Z amarrée à un boulon *a*; on ménage la longueur de cette corde, de maniere que la caisse étant descendue jusqu'à environ quatre pieds du fond, elle ne puisse aller plus bas, sans que l'action de son poids ne force l'étrier d'abandonner le clapet, qui s'ouvrant alors, laisse échapper le beton. On observera que ce clapet est soutenu des deux côtés par des bouts de chaînes *n*, attachés aux bords inférieurs de la caisse, pour le maintenir dans la situation où il paroît ponctué.

Pl. XXV.

Lorsqu'en dérivant le treuil la caisse remonte, on referme ce clapet en tirant la corde *r l h* qui lui est attachée, ce qui se fait encore lorsqu'étant hors de l'eau, l'on appuie sur le manche *b d*; alors on lâche l'étrier *m*, qui venant reprendre sa situation verticale, soutient ce clapet comme auparavant. Pour assujettir la caisse à une hauteur convenable & la remplir de nouveau, on fixe les roues en amarrant la corde *f* à l'une des pieces du chassis; il faut que le dedans de la caisse soit fort uni & ses joints bien calfatés, qu'elle soit enduite de goudron par dehors, & fermée avec un couvercle à coulisse, pour qu'en descendant la colonne d'eau qu'elle met en mouvement n'emporte point une partie du beton; afin qu'il ne s'attache pas au fond, on a l'attention, avant que de le charger, d'y poser un lit de gravier.

L'intérieur de cette caisse, qui a trois pieds en tout sens, contient vingt-sept pieds cubes de beton; mais on peut la faire plus grande & la proportionner à la largeur de la fondation qu'on veut remplir; cependant il ne convient pas de lui donner plus de quatre pieds de côté, qui produisent soixante & quatre pieds cubes, de crainte d'en rendre la manœuvre trop embarassante.

842. Vitruve, en parlant du beton, veut qu'il soit composé de deux parties de pozzolane sur une de chaux; il sous-entend sans doute que la chaux doit être mesurée vive, & qu'on l'étein-

Composition du mortier de beton, conformément à ce

qui a été fait de mieux pour les ouvrages exécutés à Toulon.

dra en même tems qu'on fera le mortier, afin que par l'effervescence qui se fera il puisse se détacher une plus grande partie des sels contenus dans la blocaille & la pozzolane qu'on doit y incorporer; il suppose d'ailleurs qu'on a cette matiere aussi commodément qu'en Italie.

M. Milet de Montville, qui a acquis sur la maniere de bâtir dont nous parlons une expérience éclairée par de bons principes, a fait un grand nombre d'essais sur la meilleure maniere de composer le beton, & voici celle qui a le mieux réussi dans les travaux dont il a eu la direction.

Après avoir choisi un emplacement uni & bien battu, on prend douze parties de pozzolane, de terrasse de Hollande, ou de cendrée de Tournay, dont on forme une bordure circulaire de cinq ou six pieds de diametre, sur laquelle on pose six parties de sable, bien grené & non terreux, répandu également. On remplit l'intérieur de ce cercle de neuf parties de chaux vive bien cuite, concassée avec une masse de fer pour qu'elle s'éteigne plus vîte, ce qui se fait en y jettant peu à peu de l'eau de la mer pour les ouvrages maritimes, & en la remuant de tems en tems avec le dos de plusieurs rabots de fer; dès qu'elle est réduite en pâte on y incorpore la pozzolane & le sable. Le tout étant bien mêlé, l'on y jette treize parties de recoupes de pierres, & trois de mâchefer concassé, lorsqu'on est à portée d'en avoir, ou bien l'on se contente d'employer seize parties au lieu de treize de recoupes & blocailles de pierre, ou de cailloux dont la grosseur ne doit point surpasser celle d'un œuf de poule. On remue à force de bras toute cette composition pendant une heure, en la promenant çà & là avec des pelles pour en mieux incorporer les parties, après quoi l'on en forme des tas auxquels on laisse faire corps pendant 24 heures en été, dans les pays chauds; mais en hiver il lui faut quelquefois trois à quatre jours, observant de la conserver à couvert de la pluie, & de ne l'employer que quand elle est assez ferme pour ne pouvoir être enlevée qu'avec la pioche.

Maniere d'employer le mortier de beton avec la pierre, pour former le corps de la maçonnerie.

843. On remarquera que quoique le beton soit employé sec, lorsqu'il est arrivé au fond de l'eau il s'y étend & s'affaisse. On change de place la machine servant à le plonger à mesure que l'on en a fait un lit de dix à douze pouces d'épaisseur qu'on étend sur toute la fondation, après quoi l'on y répand des pierres perdues ou moilons d'une médiocre grosseur, les plus grosses ne devant point excéder le quart d'un pied cube. Ces

pierres arrangées avec attention les unes à côté des autres, s'enfoncent dans le mortier qui s'eſt amolli, mais qui ſe durcit enſuite au point qu'après trois ou quatre mois la maçonnerie devient indiſſoluble, & d'autant plus qu'elle vieillit davantage.

Ce lit de pierres ayant été recouvert d'une nouvelle couche de beton, on en recommence une autre, ainſi de ſuite alternativement juſqu'à 6 ou 7 pieds au-deſſous du niveau de l'eau; alors on peut ſe paſſer de la caiſſe, & jetter le beton avec des auges & paniers, en obſervant cependant de ne les vuider que fort près de la ſurface de l'eau, étant eſſentiel d'empêcher qu'il ne ſe délaye en tombant de haut, ce qui ne manqueroit pas d'arriver aux fondations qui ont beaucoup de profondeur, comme nous l'avons déja dit, parce que les parties les plus peſantes gagnant le fond plus promptement que les autres, tout l'eſprit de la chaux ſe convertiroit en lait.

On voit par cette maniere de bâtir, que la maçonnerie peut être regardée comme faite ſuivant les meilleures regles de l'art, parce qu'étant compoſée de très-petits matériaux qui préſentent beaucoup de ſurface aux parties du beton, il s'en détache une plus grande quantité de ſels propres à la concrétion, & qu'elle a cela de commode qu'on peut la faire ſans le ſecours d'aucun maçon, les moindres manœuvres pouvant la conduire; il n'eſt beſoin que de quelques charpentiers pour former l'encaiſſement. Au ſurplus, il convient de laiſſer ſubſiſter l'encaiſſement dans lequel la maçonnerie a été formée, particuliérement aux endroits expoſés aux vagues de la mer, ou à la rapidité des eaux.

La maçonnerie de beton eſt la meilleure de toutes celles qu'on peut employer pour bâtir dans

844. C'eſt en s'y prenant de la ſorte que nous avons vu, en 1748, bâtir à Toulon une des jettées que l'on a fait dans la nouvelle darce; les ingénieurs de cette place ne connoiſſant point de méthode dont ils ſe ſoient mieux trouvés pour travailler ſolidement dans la mer ſans aucune fâcheuſe ſujettion, on peut dire qu'elle eſt la ſeule dont on puiſſe garantir le ſuccès. On n'a point à craindre qu'une pierre de parement venant à ſe détacher ſoit ſuivie de pluſieurs autres, & que ſucceſſivement tout ce qui eſt dans l'eau tombe en ruine; & ne doit-on pas compter pour beaucoup l'économie de pouvoir travailler ſans batardeaux ni épuiſemens qui cauſent quelquefois autant de dépenſe que la choſe même? N'a-t-on pas lieu d'être ſurpris qu'une pratique dont les anciens ont fait un ſi bon uſage, ne ſoit guere ſuivie que ſur les côtes de la Méditerranée? Cependant

elle pourroit l'être également dans l'Océan & dans les rivieres, pour fonder un quai, ou les piles d'un pont, aux endroits qui ne ſont jamais à ſec, & où il reſte toujours une grande profondeur d'eau; étant préférable dans bien des cas aux fondations faites à ſec dans des caiſſes qu'on fait couler à fond de la maniere qu'on le trouvera enſeigné dans le chapitre ſuivant.

M. Milet de Montville ayant fait remplir de maçonnerie de beton une caiſſe de vingt-ſept pieds cubes, on la plongea dans la mer où elle reſta pendant deux mois, après leſquels elle fut retirée, pour voir le degré de ſolidité que cette maçonnerie avoit acquis; elle compoſoit un corps ſi dur qu'on trouva plus de difficulté à ſéparer ſes parties, que celles d'un bloc de la meilleure pierre.

Lorſque l'on a une longue fondation à faire, il ne faut l'entreprendre que par parties, afin de ne point donner trop de priſe à la mer.

845. Lorſqu'on aura une longue fondation à faire & que l'ouvrage ſera expoſé à l'agitation des vagues, il ne faudra planter d'abord que les pilots de l'encaiſſement ſuivant les allignemens déterminés, & ne former le coffre avec les palplanches que par parties de dix toiſes de longueur, pour le remplir tout de ſuite de maçonnerie, afin que cette partie réſiſte à l'effort d'une mer orageuſe qui pourroit renverſer l'encaiſſement s'il ſe trouvoit vuide. Pour reprendre l'ouvrage après avoir continué l'encaiſſement, on ôtera la cloiſon latérale faite avec des palplanches; ſi le beton eſt déja conſolidé, l'on fera dans le profil des arrachemens pour que la maçonnerie nouvelle ſe lie mieux avec la vieille; ſi au contraire elle n'a pas fait corps, elle s'inclinera d'elle-même dans l'encaiſſement prolongé, & ſe liera naturellement avec le beton qu'on jettera par deſſus. On paſſe ſous ſilence que ſuivant les circonſtances du local, il faudra des bateaux ou des pontons avec les agrès qui leur conviennent, pour porter les matériaux & les radeaux autour de l'encaiſſement, afin de faciliter la manœuvre.

Après qu'on aura laiſſé repoſer cette fondation pendant l'hiver, pour lui laiſſer prendre corps, on élevera la maçonnerie par aſſiſes réglées, dont le parement ſera fait en bonne pierre dure ou en moilon piqué, ſoit pour la conſtruction d'un mole, d'une jettée, d'une batterie, ou d'un fort. Si le couronnement ſe trouve expoſé à être tourmenté par la mer, ou par le mouvement continuel des corps peſans, comme cela arrive à ceux des quais, il faut avoir grande attention d'en bien aſſurer la tablette faite du plus haut appareil, les boutiſſes & pannereſſes poſées en coupe, aſſujetties avec des crampons de fer ſcellés en plomb.

846. Si l'on avoit à conſtruire quelques grands ouvrages en ſaillie & d'une largeur conſidérable, comme ſeroit une jettée ou un mole, on pourra ſe contenter de faire un encaiſſement tout autour pour le revêtir de maçonnerie de beton, remplir enſuite à pierres perdues l'eſpace qu'on aura enveloppé, après quoi l'on continuera d'élever le même revêtement en bonne maçonnerie de pierres de taille poſées par aſſiſes réglées, juſqu'à la hauteur du couronnement de la plate-forme, pour ne donner à l'encaiſſement qu'une largeur raiſonnable, afin de ne point faire de dépenſes inutiles; on pourroit ſeulement, pour plus de ſolidité, lier les murs oppoſés par des chaînes placées de diſtance en diſtance, faites auſſi par encaiſſement, ou en maçonnerie de beton.

Méthode qu'il faut ſuivre pour exécuter ſelon les pratiques précédentes un grand ouvrage qui auroit beaucoup d'étendue en longueur & en largeur.

J'ajouterai que s'il s'agiſſoit du revêtement d'une fortification, ou de tout autre ouvrage fort expoſé à la mer du large, & que ſi malgré la contre-jettée dont-il ſera garanti, l'on avoit lieu de craindre que les vagues venant ſe briſer contre le parement, lui fiſſent tort par leur jailliſſement, il faudroit revêtir la partie expoſée avec des planches d'un pouce & demi à deux pouces d'épaiſſeur, arrêtées avec des crampons ſcellés dans la maçonnerie, pour la garantir pendant la premiere année, afin qu'elle ait le tems de ſe ſécher & que les joints n'en ſoient point dégradés.

847. Comme quelques détails ſur la maçonnerie de beton ne peuvent manquer d'intéreſſer ceux qui n'en ont pas l'uſage & qui pourroient ſe trouver dans le cas de l'employer, voici des expériences fort exactes faites à Toulon ſur la quantité de matériaux de chaque eſpece qui entrent dans une toiſe cube de cette maçonnerie, leur poids, le tems qu'il faut pour la faire & la plonger dans l'eau, entre dix & dix-huit pieds de profondeur.

Détail ſur la compoſition de la maçonnerie de beton.

Pour remplir une fondation qui contenoit ſeize toiſes cubes, on a employé, ſavoir,

	livres.
Neuf cens quarante-deux pieds cubes de pozzolane rouge, à 90 livres le pied, peſant enſemble . .	84780
Quatre cens ſoixante-onze pieds cubes de ſable, à 115 livres, peſant enſemble	54165
Mille vingt pieds cubes de recoupes de pierres, à 110 livres, peſant enſemble	112200
Deux cens trente-cinq pieds cubes de mâchefer concaſſé, à 80 livres, peſant enſemble . . .	18800

	livres.
Sept cens ſix pieds cubes de chaux vive concaſſée, peſant chacun 76 livres, & enſemble	53596
Six cens dix-huit pieds cubes de pierres, à 160 livres chaque, & enſemble	98880
TOTAL. Trois mille neuf cens quatre-vingt douze pieds cubes de matériaux, peſant enſemble . . .	422421

On voit que pour faire ſeize toiſes cubes de maçonnerie de beton, l'on a employé trois mille neuf cens quatre-vingt-douze pieds de matieres, quoique ces ſeize toiſes ne contiennent que trois mille quatre cens cinquante-ſix pieds de ſolide; ainſi la différence eſt de cinq cens trente-ſix pieds cubes, provenant du vuide qui étoit entre les parties des matieres qu'on a employé; ſur quoi il eſt à remarquer que M. Millet de Montville a ſouvent vérifié que deux pieds cubes de ſable grené, incorporé avec un pied de chaux éteinte, ne produiſoient guere que deux pieds cubes de mortier; d'où il ſuit que par rapport au volume des matériaux employés dans la maçonnerie, on peut au beſoin faire abſtraction de celui de la chaux.

Autre détail ſur le progrès de la même maçonnerie, relativement au tems du travail & la quantité de monde qu'il faudra y employer.

848. Les tas de beton étant à la diſtance de quatre toiſes réduites de l'encaiſſement, & les matériaux pour le doſer à ſix toiſes de l'attelier, il a fallu trente hommes employés pendant douze jours, chacun de huit heures de travail, pour former les ſeize toiſes cubes de maçonnerie de beton; ſavoir, ſoixante-douze heures pour faire le beton & le mettre en tas, & vingt-quatre pour le piocher, en remplir la caiſſe & le plonger ainſi que la pierre. On obſervera qu'on a employé des galériens enchaînés deux à deux, par conſéquent fort gênés, au lieu que ſi l'on s'étoit ſervi de gens libres, le travail ſe fût fait bien plus diligemment. Il eſt vrai que les journées en ſeroient plus cheres, celles des galériens n'étant que de huit ſols.

CHAPITRE XI.

De la maniere de fonder en pleine mer & dans les fleuves, par encaiſſement & à ſec.

ON vient de voir la façon de fonder avec la maçonnerie de beton, noyée dans un encaiſſement, ou coffre ſans fond, formé avec des pilots & palplanches; il s'agit préſentement d'une autre eſpece de fondation, différente de la précédente en ce que la maçonnerie ſe conſtruit à ſec, ſelon l'uſage ordinaire, dans des caiſſes qu'on lance à l'eau, afin de les placer aux endroits où la fondation doit être aſſiſe.

Diviſion de ce chapitre en trois ſections, dont chacune comprend une méthode particuliere de fonder par un encaiſſement.

849. Pour appuyer encore ſur des exemples les méthodes que nous allons expoſer, nous diviſerons ce chapitre en trois ſections; dans la premiere on trouvera ce qu'on a exécuté à Toulon pour la conſtruction du quai qui borde le port vis-à-vis l'hôtel de ville, ſuivi de ce qu'on a pratiqué pour l'établiſſement d'une cale dans l'arſenal de la marine. A l'égard de la ſeconde, nous y détaillerons ce qu'on a fait à Londres pour fonder dans la Tamiſe par encaiſſement, ſans batardeaux ni épuiſemens, les piles du fameux pont de *Weſtminſter* achevé depuis peu, & qui paſſe avec raiſon pour le plus magnifique monument de nos jours. Dans la troiſieme, on trouvera des remarques importantes ſur la maniere de fonder par encaiſſement, & l'uſage des caiſſes priſmatiques remplies de beton pour aſſeoir un édifice dans l'eau.

Comme ces exemples comprennent des méthodes qui leur ſont particulieres, dont on peut faire une juſte application, ils acheveront de donner ſur la maniere de fonder en général toutes les connoiſſances néceſſaires aux perſonnes de l'art, afin de les mettre en état de ſe déterminer ſur le parti qu'elles auront à prendre dans les occaſions qui préſenteront le plus de difficulté, puiſqu'elles n'en rencontreront point qui ne ſoient liées à l'une de celles que nous aurons traité, laiſſant à leur capacité de les modifier dans la pratique ſelon les circonſtances. Tout ce que l'on peut exiger d'un ouvrage comme le nôtre, eſt d'y trouver des inſtructions pour les cas les plus généraux, c'eſt-à-

dire, des termes d'où l'on puiſſe partir pour ſe conduire avec aſſurance.

SECTION PREMIERE.

Où l'on enſeigne ce qui a été ſuivi à Toulon, pour la conſtruction d'un quai & d'une cale fondée à ſec par encaiſſement.

La place qui étoit autrefois vis-à-vis l'hôtel de ville de Toulon étant trop étroite, on penſa que voulant y former un quai revêtu de maçonnerie, il convenoit pour la commodité publique & l'embelliſſement du port, d'établir à cinq ou ſix toiſes en avant à la mer le revêtement propoſé, dans un endroit où elle avoit environ vingt pieds de profondeur d'eau, afin d'en remplir enſuite le derriere avec les décombres qu'on ramaſſeroit.

Maniere d'applanir le fond ſur lequel on veut fonder par encaiſſement.

850. Les allignemens ayant été marqués en conſéquence par des pilots de repaire, on y plaça deux machines à curer les ports pour enlever la vaſe juſqu'au terrein ferme, qui fut applani en ſondant fréquemment dans les tems calmes avec des plombs & des perches, dont on rapportoit toujours la meſure à un point fixe. Ce fond ainſi diſpoſé ſur trois toiſes de largeur, on y ſema un lit de cailloux & de recoupes de pierres pour le rendre parfaitement de niveau, à quoi l'on apporta toute l'attention poſſible.

Deſcription des caiſſes dont on s'eſt ſervi à Toulon, pour fonder le revêtement du quai de l'hôtel de ville.

Pl. XXVI. fig. 4, 5, 6 & 7.

851. Tandis que l'on étoit occupé à ce travail, on fit des caiſſes de charpente d'environ dix toiſes de longueur ſur douze pieds de largeur dans œuvre, & de vingt-trois pieds de hauteur, bien calfatées & enduites de goudron. La figure 6 repréſente le plan du bout d'une de ces caiſſes; la ſeptieme, ſon profil coupé en travers; la quatrieme, la partie d'une de ſes faces vue intérieurement; & la cinquieme, cette même face apperçue extérieurement. A l'aide de ces devéloppemens, où l'on diſtingue ſenſiblement les poteaux A, les varangues B, les baux C, les quilles D, le bordage E, les courbes F, & les étréſillons G ſervant à fortifier les angles, on aura une idée aſſez juſte de ces ſortes de caiſſes; leur largeur doit être d'environ quatre pieds de plus que la baſe du mur n'aura d'épaiſſeur, afin de ménager un intervalle de deux pieds entre les cloiſons, & les paremens de la maçonnerie que l'on veut y élever.

Ces

Ces caiſſes ſe font de maniere à pouvoir démolir commodément leurs quatre faces lorſque la maçonnerie eſt achevée, afin que toutes les pieces de charpente, excepté celle du fond, puiſſent ſervir encore à former les cloiſons d'une autre; c'eſt pourquoi il ſuffit de ne faire de cloiſons que pour deux ou trois caiſſes ſeulement, afin de n'embraſſer à la fois que trente ou quarante toiſes d'ouvrage, & de mettre à profit le tems calme qu'on aura pour l'achever entierement.

Etabliſſement de la maçonnerie dans les caiſſes, de maniere à pouvoir en lier toutes les parties.

852. Les caiſſes étant faites, elles furent lancées à l'eau, placées & bien aſſujetties aux allignemens du quai, & maintenues en équilibre avec des cordes ou grelins paſſant dans des anneaux de fer H cloués ſur les poteaux, après quoi l'on y fit entrer les maçons qui commencerent à remplir les vuides entre les contrequilles avec du mortier de pozzolane & de chaux, mêlé de cailloux & blocaille; le tout étant bien arraſé on éleva le corps de la maçonnerie, à laquelle on donna huit pieds d'épaiſſeur, le parement extérieur fait avec des pierres d'échantillon de dix à quinze pouces de queue, & de huit à neuf de joints quarrés, le reſte de l'épaiſſeur en moilon ordinaire, le plus plat que l'on put trouver, ſans contreforts, vu la difficulté qu'on auroit eu de charger les caiſſes par-tout également. On continua ainſi de ſuite par aſſiſe réglée, toujours avec mortier de chaux & de pozzolane, juſqu'à deux pieds au-deſſous du niveau des moyennes eaux de la mer, laiſſant par intervalle des harpées ſur toute la hauteur des profils vers les extrêmités de chaque caiſſe, pour fortifier la jonction des bouts de maçonnerie, comme nous le dirons dans la ſuite; on ſent bien qu'on ſupprime les baux, à meſure que la maçonnerie s'éleve, & qu'on y ſupplée par des étréſillons ſerrés entre des madriers, appliqués ſur les paremens & les cloiſons, pour les ſoutenir contre la pouſſée de l'eau, lorſque les caiſſes ſont deſcendues à une certaine profondeur, ſans quoi elles ſeroient en danger d'être crevées.

Ce travail doit être fait jour & nuit, ſans interruption, avec le plus d'activité qu'il eſt poſſible, pour prévenir les accidens qui pourroient arriver par des retardemens mal-à-propos; ainſi il faut, avant que de l'entamer, avoir une grande quantité d'ouvriers qui puiſſent ſe relever, & s'être d'ailleurs précautionné de tous les bateaux & radeaux néceſſaires pour faciliter les manœuvres.

Sujétion à laquelle il faut avoir

853. A meſure que les caiſſes s'enfoncent par la ſucceſſion du maſſif qu'on éleve, on obſerve ſans ceſſe ſi elles ne ſe dé-

égard pour bien conduire ce travail.

tournent pas de l'alignement ſur lequel elles ont été miſes d'abord, & l'on redouble d'attention quand elles ſont à un pied près du fond, pour en corriger les défauts. Quand tout eſt bien rectifié, on les fait deſcendre tout-a-fait en les chargeant du poids d'une partie des matériaux qui reſtent à employer, afin d'avoir encore la liberté de les mouvoir pour les dreſſer ſelon le beſoin, en les ſoulageant d'un côté plutôt que de l'autre.

La maçonnerie étant continuée juſqu'à deux pieds au-deſſous du niveau des moyennes eaux, on la laiſſe repoſer quelque tems pour faire corps; enſuite on démolit toutes les cloiſons, afin de ſe mettre en état de joindre les parties de murs qui ſe trouvent ſéparés par des intervalles d'environ deux pieds chacun.

Maniere de joindre les differens maſſifs de maçonnerie, pour qu'ils ne compoſent plus enſemble qu'un ſeul corps.

854. Ayant préparé un nombre de palplanches d'une longueur & largeur ſuffiſantes, armées de lardoires & de frettes, on en enfonce quelques-unes au plus grand refus du mouton, bien jointes enſemble & appliquées contre les paremens intérieurs & extérieurs, pour fermer les côtés de chaque intervalle ou vuide que la ſuppreſſion des cloiſons adjacentes a laiſſé. Les coffres formés de la ſorte ſe rempliſſent de beton mêlé de cailloutage, pour lier enſemble les bouts de maçonnerie à l'aide des harpées qu'on a ménagé dans les profils; alors les parties qui étoient ſéparées ne faiſant plus qu'un ſeul maſſif, on l'arraſe ſur toute ſon étendue par deux aſſiſes de pierres de parement chacune d'un pied de hauteur, le derriere garni comme à l'ordinaire, après quoi on en éleve autant qu'il convient au-deſſus du niveau des eaux juſqu'à la derniere qui ſert de couronnement, qu'on lie en coupe & avec des crampons, comme le marque la figure 2 de la planche XXVI.

Explication des figures appartenant au mole fait par encaiſſement au nouveau port de Nice.

855. C'eſt à peu près de la ſorte que les ingénieurs Piedmontois ont commencé de conſtruire la fondation du mole ſupérieur du port de Nice, en maçonnant dans des caiſſes contiguës d'environ ſept toiſes en quarré ſur 33 pieds de profondeur, comme on peut le voir par les figures 2 & 4 de la planche XXII, qui montrent que ſur cette fondation enclavée dans un maſſif de pierres perdues, on a élevé le rempart dont nous avons fait mention (art. 652).

Deſcription d'une cale avec la manœuvre pour tirer un vaiſſeau à terre.

856. Dans les ports de la Méditerranée, l'on fait une ou pluſieurs cales, qui ſont des endroits placés ſur le bord du rivage près d'un chantier de conſtruction de vaiſſeaux, ſervant à les lancer à la mer. Comme l'uſage d'une cale eſt auſſi de les tirer à terre pour les radouber, nous commencerons à con-

ſidérer les choſes dans ce cas là, tel qu'on le voit repréſenté par la premiere figure de la planche XXVII, où le maſſif AB marque la cale dont nous parlons, LM le chantier de conſtruction formant avec elle un même plan AG, ſur lequel eſt un vaiſſeau qu'on y a attiré moyennant la manœuvre ſuivante. Pl. XXVII.

On ſuppoſe que ce vaiſſeau porte ſur un aſſemblage de charpente DE que l'on nomme berceau, qui le tient en équilibre lorſqu'il eſt hors de l'eau, juſqu'à ce qu'on le ſoutienne mieux ſur ſon chantier par des épontilles ou accords que l'on répand à droite & à gauche pour lui ſervir d'appui; ce berceau eſt aſſujetti ſur trois anguilles CF, qui ſont des pieces de bois qui ont vingt à vingt-deux pouces d'équariſſage, regnant ſur toute la longueur du vaiſſeau, deux poſés à droite & à gauche de la quille, & la troiſieme préciſément au-deſſous, afin de ſervir d'appui aux pieces que l'on met entre deux; le vaiſſeau eſt embraſſé d'une ceinture de gros cordages KF répondant aux apparaux néceſſaires & à huit roues I, à autant de moufles, & à pluſieurs roues de fonte, à l'aide deſquels ce vaiſſeau eſt tiré ſur ſon chantier, moyennant l'échaffaut GH qui porte les grelins, moufles, &c. Au ſurplus, on ſuppoſe que cette cale eſt couverte d'une échelle de charpente ſur laquelle ſont poſées les anguilles qui ſoutiennent le vaiſſeau, afin qu'elles ne frottent pas ſur la maçonnerie.

857. Toulon nous ayant fourni juſqu'ici des exemples pour les principaux ouvrages qui ſe font dans les mers qui n'ont que peu ou point de flux & reflux, nous y aurons recours à l'occaſion d'une cale faite par encaiſſement & à ſec dans l'iſle de la Mâture.

Il faut que la hauteur du plan incliné que forme une cale ſoit la quatorzieme partie de ſa baſe, & que cette cale ſoit prolongée aſſez avant dans la mer, pour que ſon extrémité puiſſe être ſurmontée de 16 à 17 pieds d'eau.

Pour en avoir une juſte idée, il faut s'imaginer un maſſif de maçonnerie, ayant la figure d'un coin, formant un plan incliné dont la baſe eſt d'environ trente toiſes de longueur ſur quatre de largeur, ſeize pieds de hauteur & quatre d'épaiſſeur à l'extrêmité; le tout établi en ſaillie au fond de la mer ſur un grillage, enſorte que le ſommet de ce coin affleure le niveau des moyennes eaux; alors la plate-forme du chantier ſur lequel repoſe le vaiſſeau, ſe trouve dans la prolongation de la ſurface de la cale, l'une & l'autre ne compoſant plus, comme nous venons de le dire, qu'un même plan incliné dont la hauteur doit être la quatorzieme partie de la baſe, ce qui répond à cinq pouces de talud par toiſe courante, afin que quand on vient à lancer un vaiſſeau par une manœuvre fort ingénieuſe & vrai-

ment digne d'admiration, il puiſſe gliſſer tout de ſuite juſqu'à l'inſtant où il eſt entierement à flot, ſans recevoir ce que les marins appellent le *coup de talon :* comme dans ce tems-là il n'a aucune charge étrangere, ſeize pieds d'eau ſuffiſent aux vaiſſeaux du premier rang, parce que de là ils ſont conduits en un autre endroit où ils en peuvent tirer davantage.

Détail de ce qui a été ſuivi à Toulon, pour la conſtruction d'une cale faite par encaiſſement. Pl. XXVI & XXVII.

858. Après cette légere explication, l'on n'aura point de peine à comprendre le plan & les profils de la cale rapportée ſur les planches XXVI & XXVII, où elle n'eſt exprimée qu'environ ſur la moitié de ſa longueur répondant au ſommet, parce qu'elle eût occupé trop d'eſpace ſi on avoit voulu la donner toute entiere, à moins de la réduire à une plus petite échelle qui en auroit rendu les parties moins ſenſibles ; mais ce qu'on en voit ſuffiſant pour juger du reſte, nous paſſons à ce qu'on auroit dû ſuivre dans ſa conſtruction, ſans nous mettre en peine de ce qu'on a exécuté effectivement, parce qu'on n'y a pas eu égard à pluſieurs circonſtances eſſentielles que nous donnons ici pour maximes. On a péché, 1°. en lui donnant trop de talud, d'où il réſulte beaucoup de difficulté à faire monter les vaiſſeaux qu'on veut mettre à terre. 2°. On ne lui a pas donné ſuffiſamment de longueur, ce qui prive les navires d'avoir autant d'eau qu'il leur en faut pour y être lancés ſans accident. 3°. Elle n'a que trois toiſes de largeur, au lieu de quatre qu'il faut pour manœuvrer commodément ; ainſi voilà autant de conſidérations que l'expérience a rendu indiſpenſables & qui ont échappé en conſtruiſant cette cale ; il convenoit de les faire ſentir, afin de ne pas s'en écarter.

Pour la fonder on a commencé par creuſer le terrein juſqu'au bon fond ſur trente-ſix toiſes de longueur & dix de largeur, avec le ſecours des machines à curer les ports, en lui donnant quatre pieds de pente bien applanie, depuis le bord du rivage juſqu'à l'endroit où la cale devoit aboutir ; c'eſt-à-dire que vers le chantier il avoit encore 18 pieds au-deſſous des moyennes eaux, & 22 dans la partie inférieure.

On fit trois caiſſes, chacune de dix toiſes de longueur, dont la profondeur fut réglée de maniere qu'étant placées, leurs bords ſurmontaſſent par-tout de quatre pieds la ſurface de l'eau, tandis que leur fond ſuivroit la pente précédente ; ainſi quand elles furent poſées bout à bout, pour n'en compoſer qu'une ſeule de trente toiſes de longueur, ſa profondeur ſe trouva de vingt-deux pieds vers le chantier & de vingt-ſix à l'autre extré-

mité, afin qu'en cet endroit la partie inférieure de la cale, qui devoit avoir quatre pieds d'épaiſſeur de maçonnerie & deux pour celle de la grille, fût ſurmontée de ſeize pieds d'eau.

859. Pour aſſujettir ces caiſſes dans une ſituation contiguë & inébranlable, on les a renfermé dans un eſpace de trente-deux toiſes de longueur ſur dix de largeur, & on les a bordé par des pilots poſés à quatre pieds d'intervalle d'un centre à l'autre, & entretenus par deux cours de ventrieres contre leſquelles on a attaché des palplanches pour faire un vannage à ſix pieds de diſtance autour de l'encaiſſement, le tout affleuré à la même hauteur.

Moyen pour contenir les caiſſes dans l'alignement qu'on veut qu'elles ſuivent.

Lorſqu'en partant du chantier, on en eut enfoncé à droite & à gauche ſur la longueur d'environ dix toiſes, & que la maçonnerie fut élevée juſqu'à une certaine hauteur dans chacune des caiſſes, on coula à fond la premiere, en y faiſant entrer l'eau par gradation, afin de ne l'aſſeoir à demeure qu'après avoir pris toutes les meſures néceſſaires pour qu'elle ſe trouvât dirigée convenablement, après quoi on remplit de terre graſſe l'intervalle qui étoit entre elle & le vannage, afin de l'enclaver de façon que les plus violentes ſecouſſes qu'elle recevroit de la mer ne puſſent la déranger.

Pl. XXVI & XXVII.

Les autres caiſſes ayant été bien alignées & garanties comme la précédente par une continuation de palplanches & de terre graſſe, on en épuiſa l'eau avec les quatre pompes que chacune contenoit, après quoi les cloiſons qui les ſéparoient furent ſupprimées pour lier les parties de la maçonnerie, en ayant égard à la pente d'un quatorzieme que devoit avoir la ſurface de la cale, comme le montrent les deſſeins, où elle ne paroît plus renfermée que dans une ſeule caiſſe, parce que les longues faces des précédentes avoient été diſpoſées pour être jointes les unes aux autres.

860. On ne peut diſconvenir que cette pratique n'ait ſon mérite à bien des égards, puiſque les maçons n'étant plus ſéparés dans des caiſſes différentes, ont autant de facilité pour manœuvrer que s'ils étoient ſur terre, parce que toutes les pompes reſtant en place entretiennent l'encaiſſement toujours à ſec, d'autant mieux que l'eau ne peut filtrer que par le fond, & point du tout par les côtés que le conroi de glaiſe rend parfaitement étanches. D'ailleurs on doit compter pour beaucoup l'avantage de travailler à loiſir, par conſéquent de donner à l'ouvrage toute la bonne façon qu'il mérite, & le laiſſer repoſer enſuite auſſi

Avantage de la méthode précédente pour aſſurer la ſolidité de l'ouvrage.

long-tems que l'on veut, ne démoliſſant l'enveloppe que quand on eſt aſſuré de n'avoir plus rien de fâcheux à craindre. Apparemment que l'on a ſenti la néceſſité de ſe précautionner de la ſorte pour établir cette cale, ſans ſe mettre en peine de la dépenſe que l'enveloppe exigeroit, puiſqu'il eſt vraiſemblable que ſi on avoit pu s'en paſſer, on eût agi plus cavalierement.

La maçonnerie d'une cale demande d'être travaillée avec plus de ſoin qu'aucune autre eſpece d'ouvrage.

861. Il ſe rencontre des poſitions où ayant tout à redouter des effets d'une mer agitée, il y a de la prudence de ne rien épargner pour aſſurer la ſolidité du travail, ſur-tout lorſqu'étant prolongé en ſaillie, il n'eſt point appuyé par les côtés, de crainte qu'en ſuivant une économie mal entendue, l'on n'ait le chagrin de le voir détruire & recommencer pluſieurs fois, comme cela arrive ſouvent; au lieu que ſi on s'y étoit pris ſimplement, comme on l'a fait aux quais devant l'hôtel de ville, il eût été bien difficile d'aſſujettir au fond de l'eau des caiſſes inégalement chargées, & d'accorder ſi bien les bouts de maçonnerie de la cale, que la ſurface ne formât plus qu'un ſeul plan incliné parfaitement uni.

Quoi qu'il en ſoit, cet exemple ne peut être que fort utile dans les occaſions où l'on auroit quelques fâcheux événemens à craindre, laiſſant au gré de ceux qui formeront des projets, de ſuivre une des méthodes précédentes plutôt que l'autre, ſelon la connoiſſance qu'ils auront du local.

Nous ajouterons ſeulement que la maçonnerie d'une cale doit être travaillée avec plus de ſoin qu'aucune autre, vu l'énorme poids dont elle doit être chargée & la difficulté d'en réparer les dégradations : c'eſt pourquoi il conviendroit de la revêtir de pierres de tailles poſées en coupe & en liaiſon, pannereſſes & boutiſſes, comme il eſt enſeigné dans l'article 320, afin de ne point employer de crampons de fer qui ſe rouillent dans l'eau, & ſe réduiſent à rien peu d'années après.

SECTION II.

Où l'on décrit de quelle maniere on a fondé par encaiſſement les piles du pont de Weſtminſter.

Ce qui a été exécuté pour fonder les piles du pont de

862. Comme le vrai moyen de profiter de l'expérience & de l'acquit des grands maîtres, eſt de ſuivre pas à pas ce qu'ils ont exécuté de remarquable, je crois ne pouvoir rien offrir de plus

intéreſſant que ce qui a été pratiqué par le célebre M. Charles Labelye, ingénieur au ſervice de la couronne d'Angleterre, pour fonder par encaiſſement les piles du pont de Weſtminſter, afin de comprendre dans ce chapitre tout ce que j'ai pu recueillir ſur cette maniere de travailler dans l'eau. Je m'étois d'abord propoſé de n'en faire mention que vers la fin de ce volume, où l'on enſeigne la conſtruction des ponts en général; mais ayant réfléchi qu'en matiere d'architecture hydraulique, ce qui ſe fait pour un cas particulier, peut s'appliquer à une infinité d'autres, & que ce ſujet préſentoit un grand nombre d'inſtructions très-utiles, il m'a paru convenable de ne point le placer ailleurs, afin d'avoir occaſion de montrer le parti qu'on peut prendre dans les fleuves qui croiſſent & décroiſſent ſelon le flux & reflux de la mer où ils ſe déchargent, telle qu'eſt la Tamiſe, ſur laquelle le pont dont nous parlons eſt conſtruit. J'ajouterai que tout ce que je vais en rapporter eſt extrait d'un mémoire écrit en anglois par M. Labelye même, pour expliquer la méthode qu'il a ſuivi, & que M. de Montigny, de l'académie royale des ſciences, a traduit en françois.

Weſtminſter; peut être appliqué dans nombre d'autres cas dépendans de l'architecture hydraulique.

1863. Pour faciliter l'intelligence de ce qu'on va voir, il eſt bon d'être prévenu : 1°. qu'à l'endroit de la Tamiſe où l'on a élevé le pont dont il s'agit, la hauteur des baſſes eaux eſt d'environ ſix pieds, que les plus grandes crues ne montent gueres au-delà de quinze, & que les plus ordinaires ſont d'environ 11 pieds; 2°. qu'on y a trouvé à trois ou quatre pieds au-deſſous du lit de la riviere un fond de gravier d'une épaiſſeur conſidérable, puiſque l'ayant ſondé juſqu'à quatorze pieds de profondeur, il devenoit d'autant plus dur que l'on pénétroit plus avant; 3°. que le pont eſt compoſé de douze piles portant 13 arches en plein ceintre, dont la naiſſance eſt élevée d'un pied au-deſſus du niveau des plus baſſes eaux; 4°. que les deux piles du milieu ont 17 pieds d'épaiſſeur, celles des autres allant en décroiſſant de droite & de gauche chacune d'un pied, toutes fondées à 5 pieds au-deſſous du lit de la riviere. On obſervera que c'eſt ce qui a été pratiqué pour l'une des deux premieres, qui va faire l'objet de cette ſection, les autres ayant été fondées de même.

Expoſé des principales circonſtances qui peuvent donner connoiſſance de l'endroit où l'on a établi ce pont.

1864. M. Labelye ayant mûrement réfléchi ſur la méthode qu'il ſuivroit pour fonder les piles du pont dont il devoit avoir la conduite, ſentit combien il ſeroit diſpendieux de les entreprendre en faiſant des batardeaux qui feroient perdre beaucoup

Inconvénient que l'on eût rencontré ſi l'on avoit voulu fonder à ſec les piles de ce pont.

de tems, ſans aucune eſpérance de pouvoir mettre jamais à ſec l'eſpace qu'ils renfermeroient, parce que le fond étant graveleux, l'eau filtreroit toujours à travers par deſſous le batardeau, quelque bien entendu qu'il pût être, & en ſi grande abondance qu'il n'y avoit nulle apparence qu'on pût parvenir à les épuiſer; à quoi il faut ajouter la difficulté d'entretenir les mêmes batardeaux en bon état, & de les ſoutenir contre l'agitation de la Tamiſe quand elle eſt tourmentée par de grands vents qui en élevent les eaux juſqu'à vingt-trois pieds de hauteur; mais quand même elles auroient été bornées à 15 pieds & que tous les interſtices pris enſemble ne ſe fuſſent trouvé équivalents qu'à une ſeule ouverture de 6 pouces quarrés, qui eſt le moins qu'on puiſſe ſuppoſer, il fût arrivé, ſelon le calcul de M. Labelye, qu'elles euſſent donné par heure environ ſept cens ſoixante-dix muids d'eau, par conſéquent plus que n'en pourroient vuider cent cinquante hommes travaillant jour & nuit à mouvoir les meilleures machines, ſans être exempt de la crainte de voir le batardeau & peut-être l'ouvrage même ſubitement détruit par une crue extraordinaire, comme il n'y en a que trop d'exemples.

Explication de l'échaffaut qui fut fait pour lancer les caiſſes à l'eau.

865. Ce ſont ces conſidérations & un nombre d'autres que je paſſe ſous ſilence, qui ont déterminé cet habile ingénieur à travailler par encaiſſement, en apportant toutes les précautions qui pouvoient l'aſſurer d'un plein ſuccès. En effet, le travail a été conduit avec une ſageſſe qui marque bien ſa grande expérience & l'étendue de ſa capacité, ayant prévu juſqu'aux moindres accidens pour ſe mettre en état de n'en point appréhender les ſuites; on en va juger par les détails où je vais entrer, dont la plupart pourront avoir leur application dans les cas pareils à celui dont il s'agit. Avant que d'en venir là, il convient de jetter les yeux ſur les figures 3 & 4 de la pl. XXVIII, comprenant le plan & le profil de la naiſſance d'une pile renfermée dans ſa caiſſe, dont le fond ſert de grillage, & dont les côtés ſont conſtruits de façon à pouvoir les détacher & les enlever auſſi-tôt que la maçonnerie ſe trouve élevée au-deſſus des plus hautes eaux.

Pl. XXVIII.

Les caiſſes devant avoir ſeize pieds de hauteur, quatre-vingt de longueur & trente de largeur, afin de ménager un eſpace de 5 pieds pour manœuvrer librement autour de la pile, M. Labelye prévit la difficulté de les lancer à l'eau ſans les endommager, & conçut qu'il n'y avoit point de meilleur expédient que de les conſtruire l'une après l'autre ſur une eſpece d'échafaut dreſſé

dreſſé dans la riviere même près du bord le plus commode, de maniere que la plate-forme qui la porteroit, pût, quand on le voudroit, fléchir horiſontalement & deſcendre aſſez bas dans l'eau pour que la caiſſe ſe mît d'elle même à flot, afin de pouvoir la conduire comme un bateau juſqu'à l'endroit où il falloit la fixer; en ſuivant cette idée il fit faire douze chaſſis mobiles, tels que ABCD, fig. 2, pour tenir lieu de chevalet élevé de deux pieds au-deſſus des grandes crues ordinaires. Les ſemelles EF de ces chaſſis furent arrondies en-deſſous pour en faciliter le mouvement, & chacune appuyée contre deux pilots G enfoncés exprès pour cela, de ſorte que ces chaſſis placés parallelement les uns aux autres à la diſtance de ſept pieds, pouvoient s'incliner tous enſemble & enſuite être redreſſés, ſans que leurs ſemelles ſortiſſent de place. Pour les entretenir verticalement ils furent liés par des poutrelles H, fig 1 & 2, qu'on ſupprimoit quand on vouloit en les attirant avec des cordes. Pl. XXVIII.

Cet échafaudage communiquoit vraiſemblablement par un pont à l'attelier des charpentiers pour en tirer les bois en état d'être aſſemblés, ce que l'on fit en commençant par les pieces du grillage qui furent poſées ſur des taſſeaux attachés au chapeau des chaſſis, afin d'avoir un relief qui facilitât la ſuppreſſion des poutrelles, lorſque la caiſſe ſe trouvant achevée on vouloit la mettre à flot, ce qui ſe faiſoit à l'aide des cables attachés à la tête des chevalets pour les incliner tous enſemble, comme ils le paroiſſent dans la premiere figure; où la caiſſe eſt exprimée vue en partie en dehors & en partie en dedans, ce qui eſt aiſé à imaginer.

Deſcription détaillée des caiſſes qui ont ſervi à établir la fondation des piles.

866. Le grillage qui devoit ſervir de baſe à la pile étant achevé, ainſi que le montre la figure 5, qui en repréſente une moitié un peu plus en grand que celles qui la précédent, on travailla à conſtruire ſes faces compoſées de longues pieces de bois de ſapin I de douze ſur douze pouces d'équariſſage, poſées horiſontalement les unes ſur les autres, jointes & ſerrées enſemble par des chevilles; les pieces encaſtrées l'une dans l'autre à tous les côtés étoient liées par des pieces de ferrure attachées avec des vis qu'il ſuffiſoit d'ôter pour ouvrir la caiſſe en ſéparant les deux faces KL qui fermoient ſes extrêmités. Pl. XXVIII.

Tous les côtés furent revêtus par dehors & par dedans de planches LM de trois pouces d'épaiſſeur poſées verticalement pour croiſer les pieces précédentes, formant avec elles une épaiſ-

Pl. XXVIII.

seur de 18 pouces & seulement de quinze vers le bord supérieur. Pour assurer la solidité de chaque angle obtus L, on y a arrêté trois genoux ou courbes R de bois de chêne, dont la premiere se distingue dans le plan, fig. 4 & 5; les côtés ainsi disposés, on les attacha solidement au grillage à l'aide de quarante-six couroyes N, chacune de huit pouces de large sur trois d'épaisseur; vingt-huit de ces pieces étoient posées verticalement en dehors & dix-huit en dedans de la caisse. Ils avoient au sommet une espece de mentonnet appuyé sur le bord supérieur pour le maintenir, & le bout inférieur taillé en queue d'hironde encastré au bord du grillage dans des entailles faites exprès pour les recevoir & y être arrêté avec des coins de fer, de sorte qu'on pouvoit détacher les faces de la caisse, & en enlever les bois en ôtant les mêmes coins, comme nous le dirons dans la suite. J'ajouterai que pour empêcher que la caisse étant plongée dans l'eau sa poussée n'enfonçât les faces, elles étoient appuyées en bas contre un cours de lisses ayant quatorze pouces de large sur sept d'épaisseur, attachées sur le grillage, le bord supérieur soutenu par des entretoises ou clefs P posées de distance en distance, servant aussi à porter un plancher pour faciliter le transport des matériaux, comme le montre la figure 6. On ajoutoit encore des étrésillons Q appuyés d'une part contre la pile même, à mesure qu'on l'élevoit & que la caisse s'enfonçoit dans l'eau; tous ses joints furent bien calfatés, le reste goudronné avec la même attention que pour les bateaux; elle étoit armée en dehors d'un nombre d'anneaux de fer K, pour l'assujettir dans la position où elle devoit être fixée. Au surplus, on ménagea dans une des faces un pertuis O, fig. 1, fermé par une vanne qu'on levoit & baissoit à l'aide d'un cric comme aux portes des écluses; afin de faire entrer l'eau dans la caisse quand on voudroit la couler à fond. Comme il y avoit quatre pompes placées dans les angles obtus, elles donnoient la commodité, en refermant le pertuis, de mettre la caisse à sec & de la faire remonter.

De quelle maniere on a fait usage de la machine à battre les pilots, imaginée par M. Vauloué, décrite dans l'article

867. On a vu (art. 301), que l'ingénieuse machine de M. Vauloué destinée à battre les pilots, avoit été employée pour la premiere fois au pont de Westminster; M. Labelye nous apprend qu'en ayant reconnu le mérite, il l'avoit fait construire avec beaucoup de soin & pour sur les bords de deux grands bateaux, dont le leste étoit distribué de façon à rendre l'échaffaud flottant aussi solide qu'il pouvoit l'être. Comme le

mouton pesoit mille sept cens livres, il éprouva d'abord que n'employant que deux chevaux, il frappoit quarante-huit coups par heure en tombant d'une hauteur de vingt pieds, prise moyennement, & soixante-dix en y appliquant trois chevaux, avec un effet qu'il trouva supérieur à celui de toutes les autres machines à cet usage. Mais ayant fait polir avec plus de soin qu'on n'en apporte ordinairement toutes les parties qui frottoient les unes sur les autres, il arriva au bout de quelque tems que les cordes étant devenues plus flexibles, l'action de cette machine devint bien plus considérable, sur-tout lorsque la chûte du mouton n'étoit que de huit ou dix pieds; alors trois chevaux qui n'alloient que leur pas ordinaire, donnoient lieu à cinq coups par minute. *301 & les suivans.*

868. La caisse étant prête d'être mise à flot, on creusa le lit de la riviere dans l'endroit où elle devoit être placée; cette fouille se fit jusqu'à la profondeur de six pieds pour atteindre le bon fond, sur un espace de dix pieds plus long & plus large que la base de la caisse, afin qu'étant posée, la fouille s'étendît de cinq pieds tout autour, ses bords terminés par un glacis de crainte que les terres ne retombassent. Pour diriger régulierement cette fouille, on s'est servi d'un grand nombre de jauges dont chacune étoit composée d'une pierre d'environ quinze pouces en quarré sur trois d'épaisseur, percée dans le milieu pour recevoir une aiguille ou perche bien droite, de dix-huit pieds de longueur, divisée en pieds & pouces depuis la base de la pierre; cette aiguille peinte en rouge & les divisions marquées en blanc, afin de mieux distinguer la mesure comprise entre le fond qu'on applanissoit, & la surface de l'eau, en appliquant ces jauges successivement sur toutes les parties du fond, ce qui se fit avec tant de soin & de précision, qu'on fût sûr après le déblai qu'il n'y avoit aucun endroit qui ne fût parfaitement de niveau. *Préparation du terrein pour asseoir les piles.*

869. Pour empêcher que la riviere ne charîat des immondices ou de la bourbe dans cette excavation, on a planté du côté d'amont, à dix pieds en deçà du bord, parallelement aux avant-becs, de petits pilots T, sur la hauteur desquels étoient pratiquées diamétralement deux rainures destinées à recevoir un vannage arrêté par des tasseaux; ainsi ils formoient ensemble une contregarde dont les pilots n'excédoient que de quatre pieds le niveau des basses eaux. Mais avant que d'en venir là, on avoit eu la précaution de former une enceinte tout autour du même terrein, en enfonçant de sept en sept pieds, parallelement au *Sage précaution pour préserver l'ouvrage avec des pilots de garde des accidens qui auroient pu lui arriver.* Pl. XXVIII, fig. 3 & 4.

Pl. XXVIII. tracé de la pile, & à trente pieds de distance, d'autre pilots V plus forts, pour garantir l'ouvrage du choc des grands batimens, & afin d'empêcher les petits d'en approcher de trop près. Ces pilots enfiloient des anneaux de bois ou de fer attachés à de longs mâts flottans X qui se levoient & se baissoient avec la marée; moyennant cela il restoit un espace assez grand pour servir d'asile aux petits bateaux destinés au transport des matériaux. M. Labelye observe à cette occasion qu'il n'a été employé que quarante-huit pilots à la construction de la seconde enceinte, dont vingt-deux petits & vingt-six grands, qui furent arrachés ensuite afin d'être employés ailleurs, au lieu que pour former les batardeaux il en eût fallu près de mille, sans compter les palplanches, les entretoises, la terre glaise, &c. qui eussent causé des frais immenses. Il ajoute que pour cette pile & les autres suivantes, il s'est servi des grands pilots V du côté d'amont pour garantir l'excavation de la vase & des immondices que la riviere pourroit y déposer, comme on le voit dans la figure 3, en y attachant des planches qui tenoient lieu de la contregarde TT, pour plus d'économie de tems & de dépense; qu'il a aussi supprimé dans la suite les pilots plantés parallelement aux long côtés L L de la premiere pile, s'étant contenté de les fermer par des auges Y remplies de gravier qu'on descendoit au fond de l'eau, ou simplement par de longs mâts X attachés aux pilots de garde V.

De quelle maniere les caisses ont été conduites & fixées dans l'endroit où elles devoient rester.

870. Après toutes ces précautions prises, la caisse fut lancée à l'eau sans toucher les murs du quai, le long duquel il falloit la mouvoir, parce qu'on y avoit pourvu au moyen d'une gabarre solidement amarrée dans la rivierre à deux cens pieds de la place où la caisse devoit s'abattre dans l'eau. Deux cables partant de l'avant & de l'arriere de cette gabarre & qui répondoient aux deux côtés de la caisse, suffirent pour la gouverner jusqu'à l'endroit où elle devoit être coulée à fond; alors elle fut fixée dans la juste position qu'il convenoit de lui donner à l'aide de six lunettes Z faites en bois, attachées à autant de cordes, liées aux anneaux K de ses avants becs; observant que ces lunettes, qui étoient enfilées chacune par un fort pilot, pouvoient en flottant monter ou descendre avec la caisse selon la marée : peu après les maçons poserent la premiere assise qui fut cramponnée & travaillée avec tout le soin imaginable.

Exposé des opérations qu'on a faites pour s'assurer

871. Avant que de continuer la maçonnerie, on ouvrit la vanne du pertuis O dans le tems des basses eaux pour couler la caisse à fond, afin d'examiner comment elle s'établiroit; on recon-

nut qu'il s'étoit éboulé de la terre dans l'excavation, occaſionnée par un bateau qu'on avoit malignement échoué près de l'ouvrage. Cependant la vanne ayant été refermée, en moins de deux heures les pompes vuiderent l'eau de la caiſſe, qui fut miſe à flot comme auparavant pour déblayer la terre; pendant ce tems-là les maçons éleverent la ſeconde & la troiſieme aſſiſe, après quoi la caiſſe fut de nouveau coulée à fond pour voir ſi elle s'aſſeoiroit bien de niveau, & ſi la pile ſe rencontreroit perpendiculairement à la ligne du milieu du pont; ce qui s'étant trouvé auſſi juſte qu'on pouvoit le deſirer, la caiſſe eſt reſtée à demeure dans cette poſition. Il eſt bon d'obſerver que pendant les marées l'ouvrage étoit diſcontinué, parce qu'on laiſſoit toujours la vanne ouverte, afin que l'eau entrât dans la caiſſe; autrement il ſeroit arrivé que celle de dehors, ſe trouvant plus élevée contre l'un de ſes avans becs que contre l'autre oppoſé, auroit pu la détourner de ſa vraie poſition ſans pouvoir la remettre à flot pour y rémedier. Mais environ deux heures avant le tems de la baſſe mer on refermoit la vanne, & par le moyen des pompes on gouvernoit l'eau du caiſſon comme on le jugeoit à propos, la tenant toujours à une profondeur ſuffiſante pour laiſſer aux maçons la liberté d'établir & de cramponner de nouvelles aſſiſes, & de ne ſe retirer qu'au moment que la marée les y obligeoit; ce qui fut continué de même tant que la maçonnerie ſe trouva élevée juſqu'à deux pieds au-deſſous du niveau des baſſes eaux, pendant leſquelles ils pouvoient alors travailler commodément ſans aucune ſujettion.

de la juſte poſition des caiſſes.

Pl. XXVIII.

872. On voit que n'ayant donné que ſeize pieds de hauteur à la caiſſe, pour éviter une dépenſe inutile, & dont il y en avoit ſix au-deſſous du lit de la riviere, elle étoit ſubmergée de quelques pieds par les hautes marées, mais ſans le moindre inconvénient, ni pour l'ouvrage, ni pour la ſûreté des maçons, qui profiterent dans la ſuite de tous les momens favorables, travaillant conſtamment la nuit comme le jour à toutes les marées baſſes, malgré le froid & le mauvais tems.

Quelle eſt la conduite qu'on a tenue relativement au flux & reflux de la mer pour la conſtruction des piles.

La pile ayant été élevée juſqu'à l'aſſiſe qui en devoit faire le couronnement, ſans que depuis le commencement de l'ouvrage il lui ſoit arrivé aucun accident que de ceux auxquels on pouvoit remédier aiſément; les bois qui compoſoient les côtés de la caiſſe furent détachés, mis à flot & conduits ſur l'échaffaud de conſtruction, enſuite appropriés à un grillage tout prêt à les recevoir pour former une nouvelle caiſſe. D'autre part les pilots

qui environnoient la pile ont été arrachés ; toute la charpente proviſionnelle démolie, de là tranſportée, ainſi que les machines, à l'endroit où l'on devoit aſſeoir la ſeconde pile, qui fut conſtruite avec autant de ſuccès que la premiere, en prenant les mêmes précautions ; c'eſt pourquoi je ne m'y arrête pas, non plus qu'au reſte du pont, me bornant à ce dernier exemple de la maniere de fonder par encaiſſement, dont on pourra faire l'application pour tel ouvrage que l'on voudra, en joignant ce que comprend cette ſection avec une partie des choſes qu'on a vu dans la précédente, ſelon les circonſtances des lieux & la nature de l'ouvrage ; car pouvant donner aux caiſſes la figure que l'on veut, les joindre ou les établir ſéparément, il me ſuffit d'avoir fourni aux gens du métier des idées générales qui puiſſent leur en faire naître de convenables aux projets qu'ils auront à former.

SECTION III.

Comprenant des remarques pour les fondations faites à ſec par encaiſſement, ſelon les méthodes précédentes, & auſſi avec des caiſſes priſmatiques.

Réflexion importante ſur la maniere de fonder par encaiſſement, à l'occaſion de l'accident arrivé à une des piles du pont précédent.

873. Quoique les différentes manieres de fonder par encaiſſement dont nous avons parlé juſqu'ici, puiſſent avoir lieu dans une infinité d'occaſions où l'on trouvera le terrein ferme à quelques pieds de profondeur au-deſſous du lit des eaux, il importe fort de remarquer que quand il s'agira d'une fondation deſtinée à ſoutenir un grand poids de maçonnerie, comme une tour ou un fanal fort élevé, il ne faut pas tellement compter ſur la bonté du fond qu'on ne prenne encore de juſtes meſures pour prévenir les affaiſſemens, à moins que l'ouvrage ne ſoit aſſis ſur un banc de roc ou de tuf, ſur-tout s'il s'agiſſoit des piles d'un pont, où il ne faut jamais que les unes s'affaiſſent plus que les autres ; car ſi elles ſont en grand nombre pour répondre à la largeur de la riviere, il eſt rare que le fond ſe trouve par-tout abſolument le même : ſi cela ne ſe rencontroit pas, il eſt bien dangereux qu'il ne lui arrive quelques fâcheux accidens, comme au pont de Weſtminſter, où une pile ayant fléchi a occaſionné la rupture de deux arches.

Néceſſité in-

874. Il eſt vrai que cet accident a été bientôt réparé ; mais

comme tout le monde n'eſt pas également porté à rendre juſtice à ceux qui ayant fait de leur mieux pour ménager les finances du prince ont failli en quelque choſe, on ceſſe d'avoir égard à la ſageſſe du motif, pour ne les conſidérer que du mauvais côté. Ainſi pour peu qu'on ait ſujet d'appréhender, il n'y a point à héſiter de piloter toutes les piles, ne pouvant le faire pour les unes qu'on ne ſuive la même pratique pour les autres ; autrement il en réſulteroit encore un affaiſſement inégal. On obſervera la même maxime pour une fondation contigue, afin qu'elle ait ſur toute ſon étendue des points d'appui d'égale réſiſtance ; cette conduite eſt ſi naturelle qu'on ſe ſeroit diſpenſé de la preſcrire, ſi l'on n'avoit un nombre d'exemples où l'on a vu échouer des ouvrages de conſéquence faute de l'avoir ſuivie. Si des gens qui avoient d'ailleurs de l'expérience & de l'acquis ont pu la négliger, n'eſt-ce pas un motif pour nous engager d'avertir les éleves du danger de n'avoir point aſſez de circonſpection ?

diſpenſable de piloter un fond équivoque ſur lequel on veut aſſeoir un ouvrage de conſéquence.

Il eſt à préſumer que ceux qui ont agi un peu trop cavalierement, ſe ſont peut-être fait une grande difficulté de pouvoir ſans batardeaux ni épuiſemens, récéper les pilots à ſix, ſept & huit pieds au-deſſous du lit des eaux, pour aſſeoir de niveau le grillage ſur leur tête, & remplir ſi bien de bonne maçonnerie les intervalles des mêmes pilots, que le tout ne composât plus qu'un ſeul corps ; mais on peut s'y prendre autrement, comme on en va juger.

875. Je ſuppoſe qu'on veut fonder par encaiſſement, ſoit dans la mer ou dans une riviere, & qu'ayant creuſé avec les machines juſqu'à ſix ou ſept pieds de profondeur au-deſſous du lit, pour atteindre le ferme, il ne s'eſt point trouvé par-tout d'une égale conſiſtance, en ce cas je crois qu'on ne peut rien faire de mieux que d'enfoncer des palplanches ou plutot des pilots jointifs tout autour de l'eſpace que la fondation doit occuper, enſorte que le ſommet de cette enceinte ſoit le plus au-deſſous que l'on pourra du niveau des baſſes eaux. Enſuite il faut battre des pilots auſſi ſerrés qu'on le jugera convenable dans toute la capacité qu'on aura enveloppé, ce qu'on fera dans l'eau même en ſe ſervant de faux pieux de différentes longueurs ſolidement aſſemblés avec la tête des précédens, ſans ſe mettre trop en peine ſi après qu'ils ſe refuſeront totalement à l'action du mouton, ils ſe trouvent de quelques pouces plus élevés les uns que les autres, pourvu que les plus ſaillans ſe rencontrent d'un pied au-

Moyen de fonder avec des pilots, ſans être obligé de réceper, lorſqu'on eſt dans le cas de travailler dans l'eau.

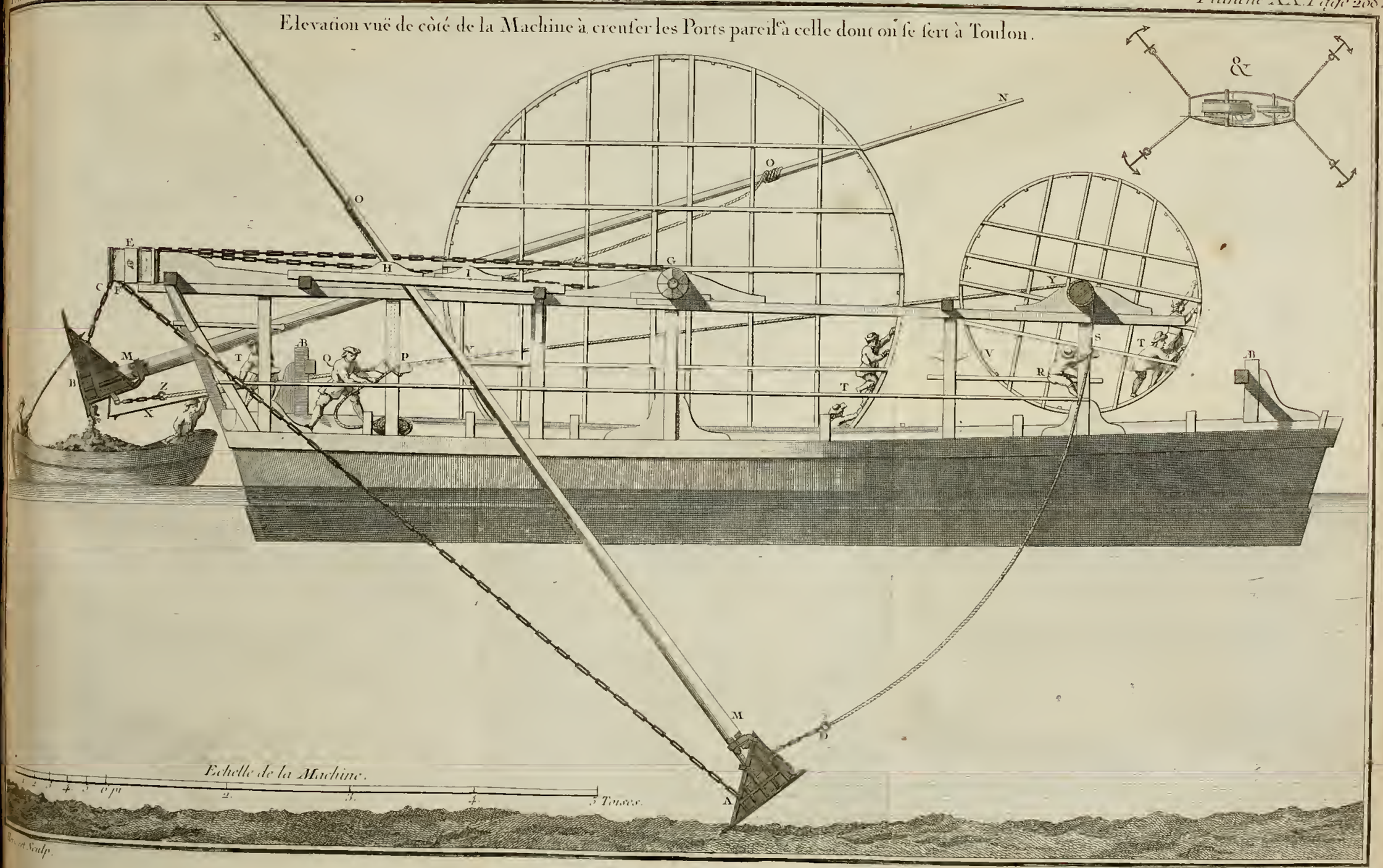
deſſous de ceux du pourtour qui le ſeront le moins. C'eſt à quoi l'on parviendra ſans peine, en faiſant quelques épreuves pour juger de la profondeur où ils s'enfonceront, par conſéquent de la hauteur qu'il faudra leur donner, pour ne point excéder le terme où ils doivent aboutir, qui ne doit guere ſurpaſſer la profondeur de l'excavation qu'on aura faite d'abord.

Ceci bien entendu, on jettera des pierres perdues mêlées de gravier tout autour de l'extérieur de l'enceinte, pour combler parfaitement l'eſpace qui ſe trouvera entr'elle & le bord de l'excavation, en les enfonçant avec des demoiſelles de fer à long manche, mues s'il le faut avec une machine; on en répandra encore en glacis ſur les précédentes juſqu'à la hauteur à-peu-près de l'enceinte, afin de lui faire une risberme.

Après cette diſpoſition l'on remplira de beton mêlé de cailloux, comme il eſt enſeigné dans l'article 843, tout le vuide qu'auront laiſſé les pilots de la fondation, en le battant avec les démoiſelles précédentes à meſure qu'on le jettera, ayant ſans ceſſe la ſonde à la main pour ne laiſſer aucun eſpace qui ne ſoit bien garni, après quoi l'on terminera tout l'ouvrage par un lit de beton d'un pied d'épaiſſeur, bien arraſé de niveau au-deſſus du ſommet des pilots les plus éminens. Ayant laiſſé prendre corps à ce maſſif pendant quelques mois, on y aſſeoira une ou pluſieurs caiſſes dans leſquelles on élevera la maçonnerie, comme il eſt enſeigné précédemment, ſans craindre que l'ouvrage manque jamais par ſes fondemens, car les pilots de pourtour ſe trouvant noyés dans l'eau, y durciront de plus en plus comme l'expérience le prouve; & quand même ils viendroient à pourrir, peu importe, car la fondation aura alors acquis une ſolidité indiſſoluble, ſans craindre les affouillemens de la mer ni des courans d'une rivierre, puiſque le pied en ſera trop bas & trop bien garanti pour en recevoir l'impreſſion.

On voit qu'en ſuivant cette méthode on n'a pas beſoin d'arraſer les pilots ni de les planter relativement aux longrines & aux traverſines du grillage; cependant comme il peut ſe rencontrer des occaſions ou l'on ſeroit obligé de les recéper tous à la même hauteur, quoique noyés à une grande profondeur d'eau, j'ai conçu diverſes idées de machines pour y parvenir, mais dont je ne ſuis point aſſuré du ſuccès pour les expoſer, ſur-tout depuis que M. Peronnet, directeur de l'école royale des ponts & chauſſées à Paris, m'a montré le modele de celle qu'il a imaginé pour cela, qui m'a paru auſſi ſimple

Elevation vuë de côté de la Machine à creuser les Ports pareille à celle dont on se sert à Toulon.

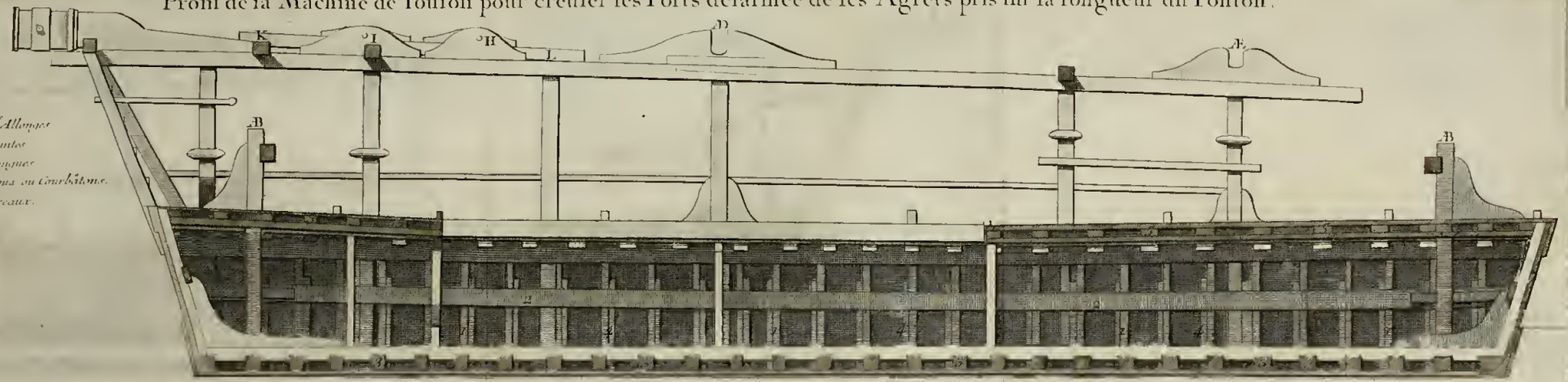


Benard Sculp.

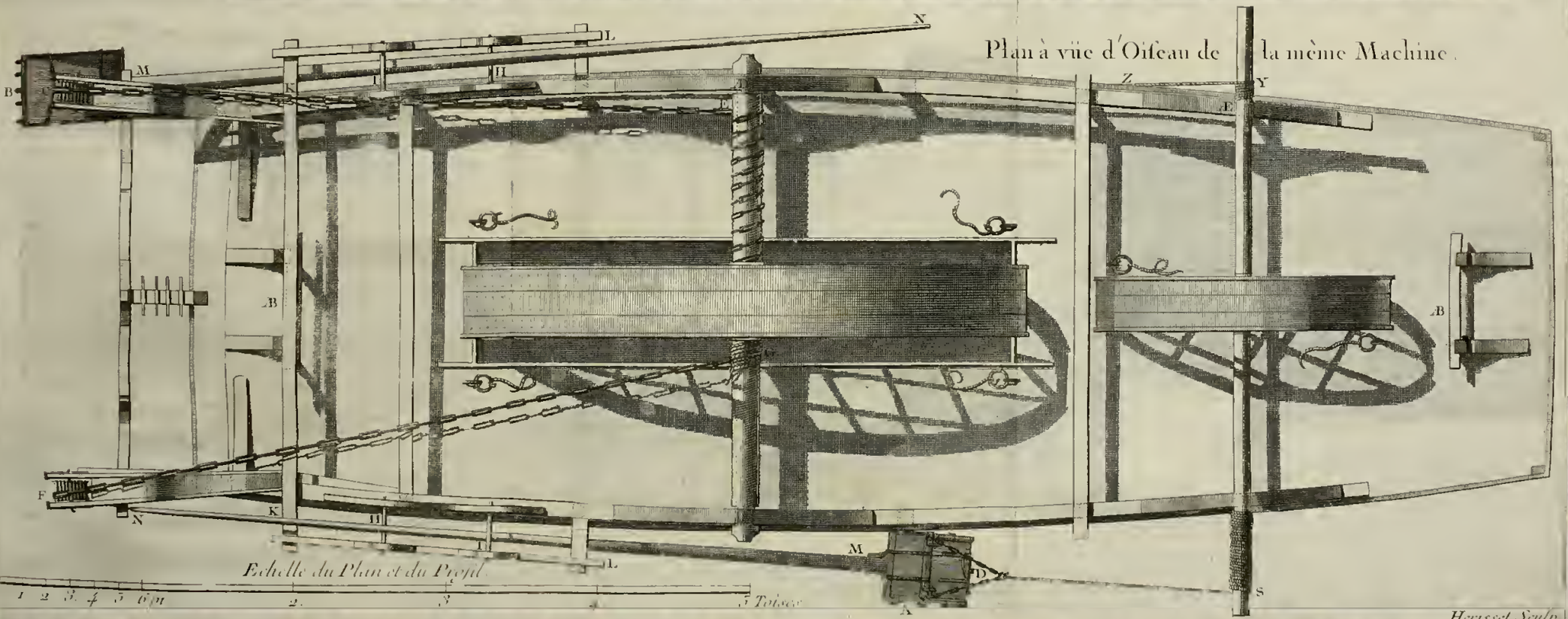
N.° 20.

Profil de la Machine de Toulon pour creuser les Ports désarmée de ses Agrets pris sur la longueur du Ponton.

1 P.ces Allonges
2 Preintes
3 Varangues
4 Genous ou Courbâtons.
5 Barreaux.



Plan à vüe d'Oiseau de la même Machine.



Echelle du Plan et du Profil.

1 2 3 4 5 6 pi 2. 3 5 Toises

Herisset Sculp.

N.° 21.

Profil coupé sur la largeur du Ponton a curer les Ports.

Echelle des Figures 1.re et 3.e

1 2 3 Toises.

Figure 1.ere

Fig 2.e

Plan d'une des Caisses employées au Port de Nice.

Profil passant par le milieu C D de la Courtine du Port de Toulon

Fig 3.e

Profil coupé sur l'épaisseur A B du môle supérieur du Port de Nice.

Fig 4.e

Echelle des Figures 2.e 3.e et 4.e

1 2 3 4 5 10 Toises

Fig 5.e

Plan de la base du Ponton de la Machine pour curer les Ports.

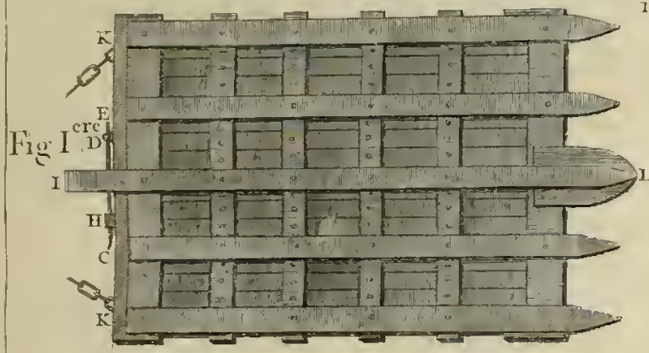
Hervoset Sculp.

N.o 22.

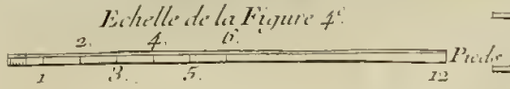
Developement des principales parties de la Machine qui sert à curer le Port de Toulon.

Plan du dessous de la Cuillére pour curer les Ports.

Fig 1.ere



Echelle de la Figure 4.e



representation de cette Cuillére vue de côté.

Fig 2.e

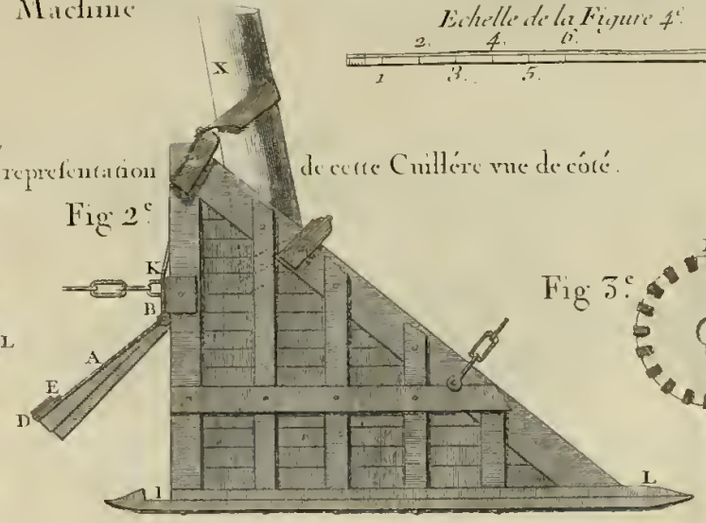
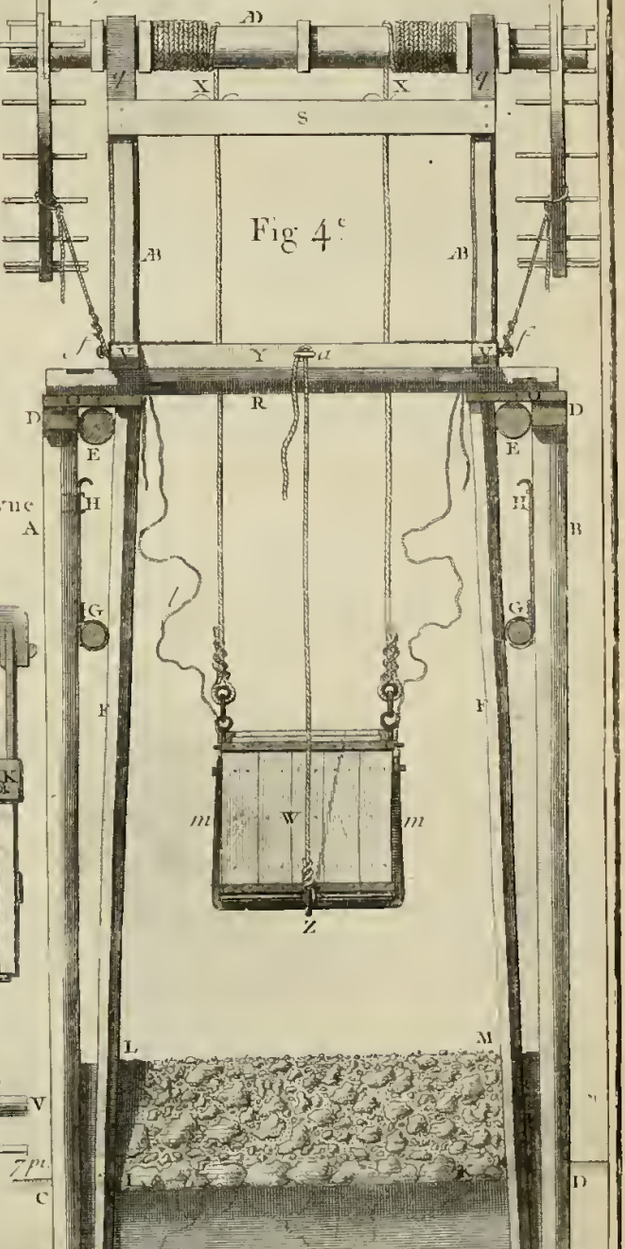


Fig 3.e

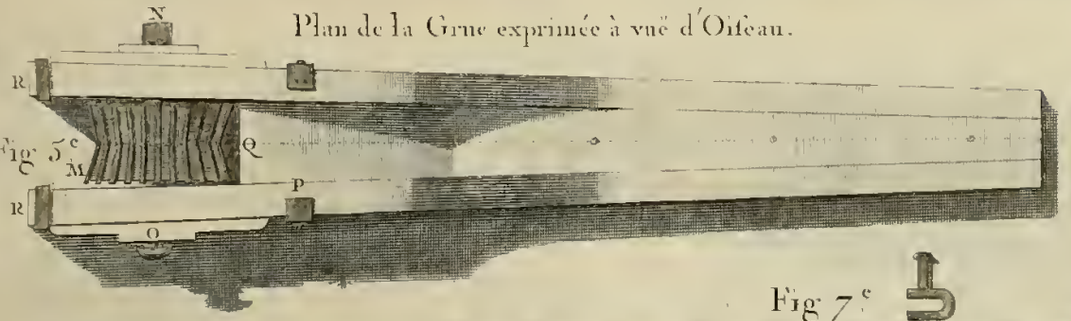
Profil coupé sur la largeur de la Machine servant à plonger le Beton.

Fig 4.e



Plan de la Grue exprimée à vuë d'Oiseau.

Fig 5.e



Face de la Cuillére vue du côté du Clapet.

Fig 6.e

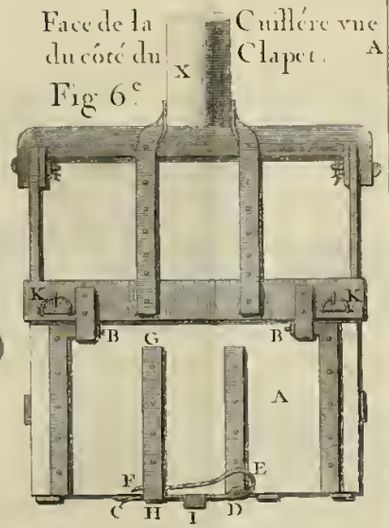


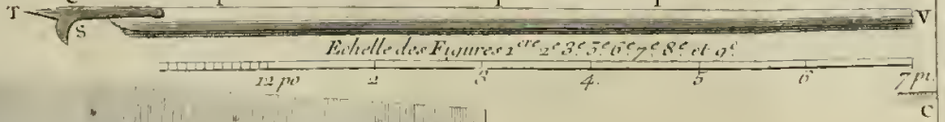
Fig 7.e

Fig 8.e

Elevation intérieure et extérieure de la même Grue vue sur sa longueur.

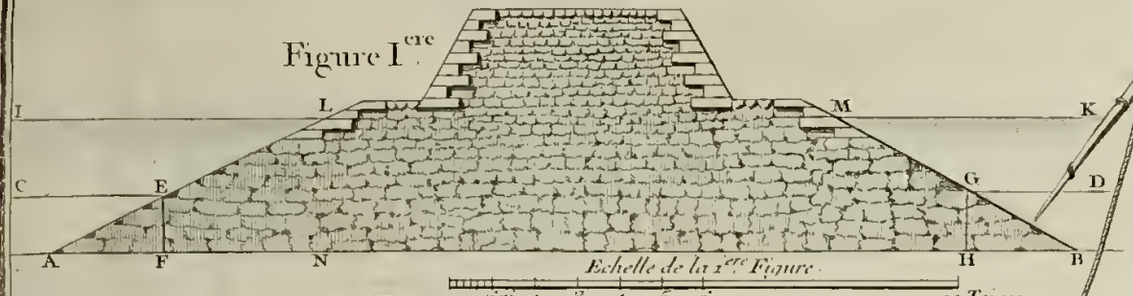
Fig 9.e

Fig 10.e Representation de la Gaffe pour ouvrir la porte de la Cuillére.

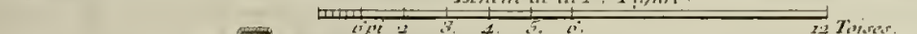


Profil d'une Jettée ou d'un Mole fondé à pierres perdues

Figure 1.ere



Echelle de la 1.ere Figure.

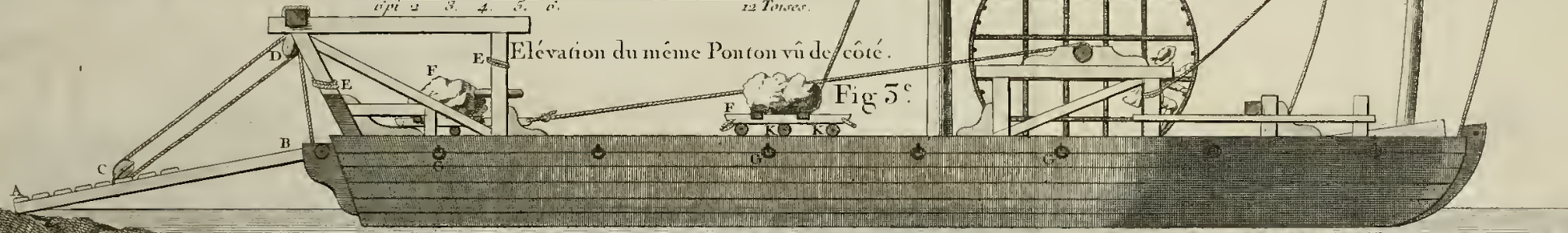


Elévation du Ponton vû à l'arriere.

Fig 2.e

Elévation du même Ponton vû de côté.

Fig 3.e



Developement d'un Ponton pour le transport des blocs de pierre servant à la construction des ouvrages faits dans la Mer.

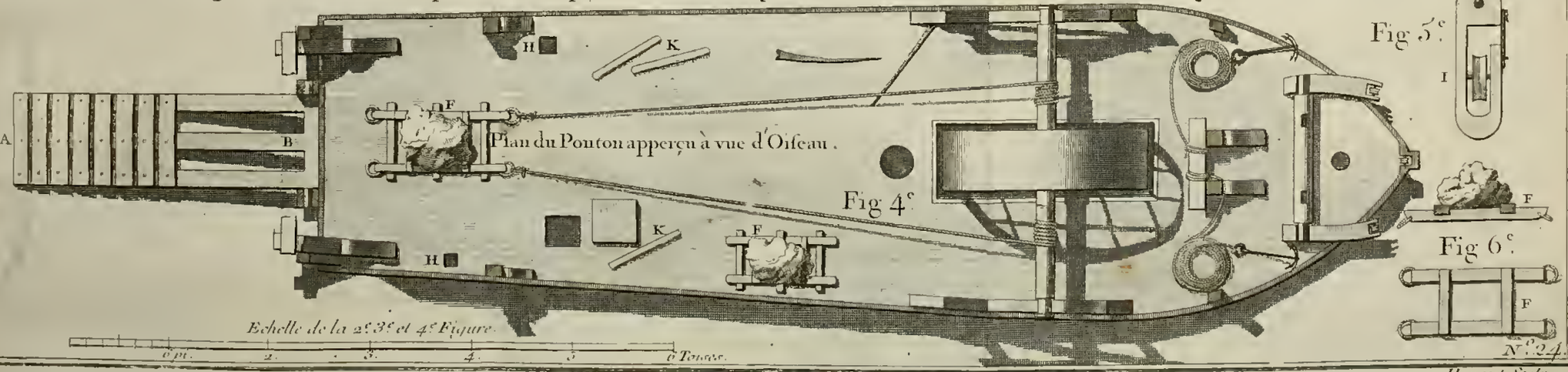


Fig 4.e

Fig 5.e

Fig 6.e

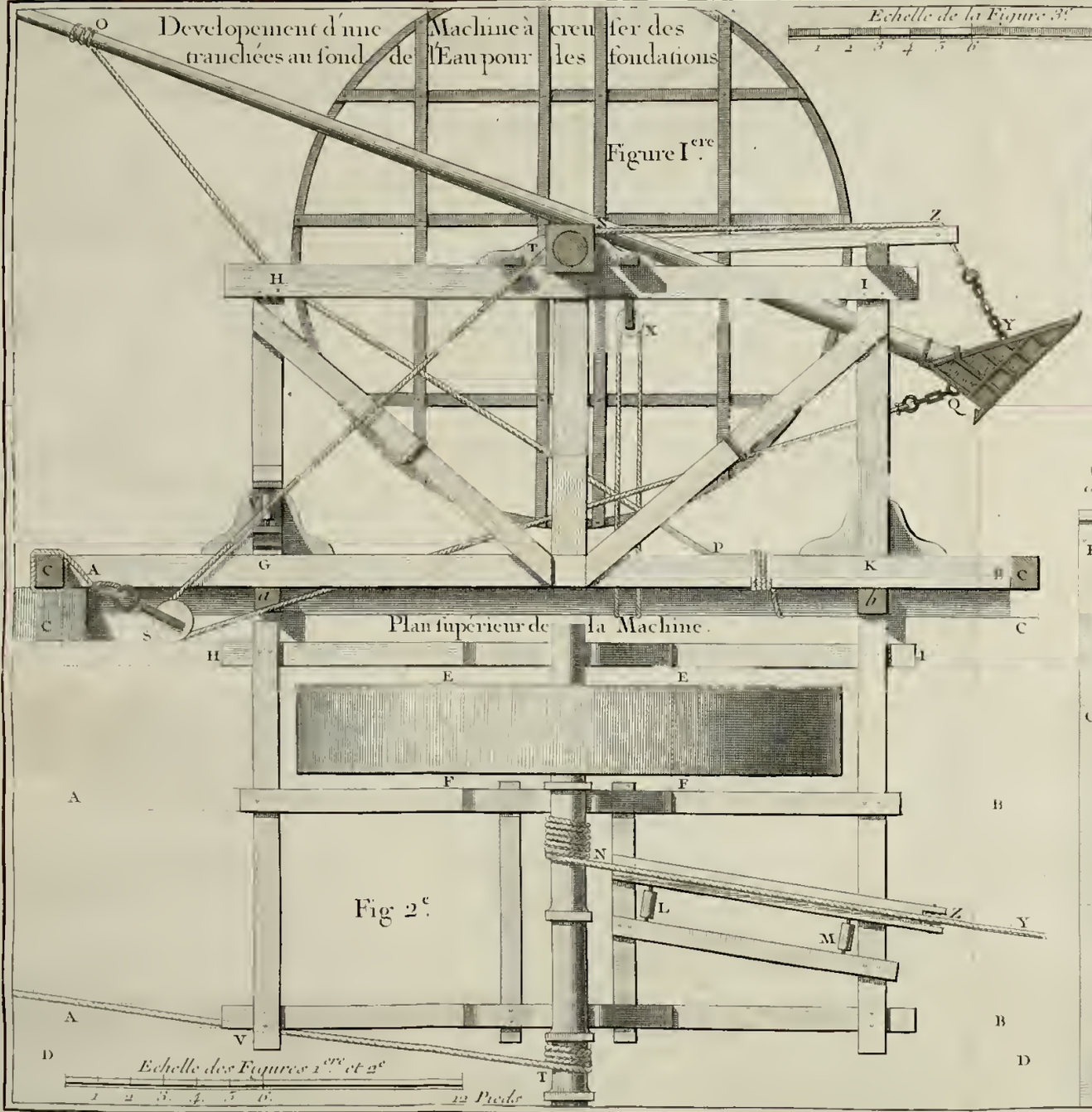
Echelle de la 2.e 3.e et 4.e Figure.

N.o 24.

Hervoiset Sculp.

Developement d'une Machine à creuser des tranchées au fond de l'Eau pour les fondations

Figure I.ere



Plan supérieur de la Machine.

Fig 2.e

Echelle des Figures 1.ere et 2.e

1 2 3 4 5 6 12 Pieds

Echelle de la Figure 3.e

1 2 3 4 5 6 12 Pieds

Elévation vue de côté de la Machine à plonger le Beton.

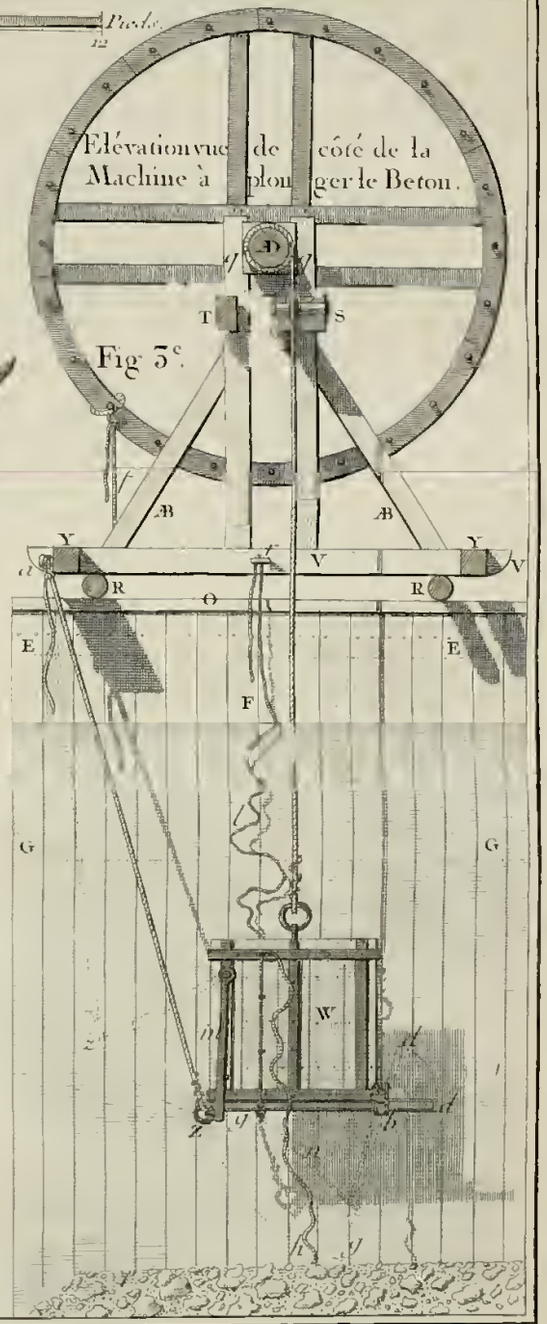


Fig 3.e

Herisset Sculp

N.o 2.5.

Profil coupé sur la largeur A B du Plan de la Cale de Toulon *Planche XXVII.*

Fig I.re

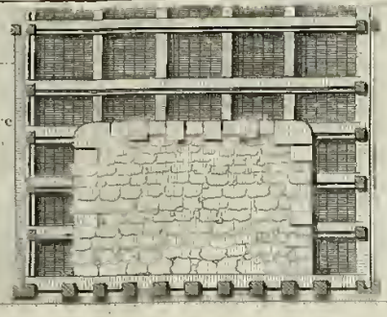
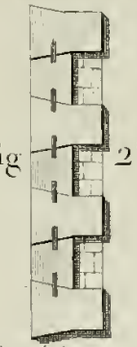


Fig 2.e



Partie d'une des faces de la caisse vue intérieurement.

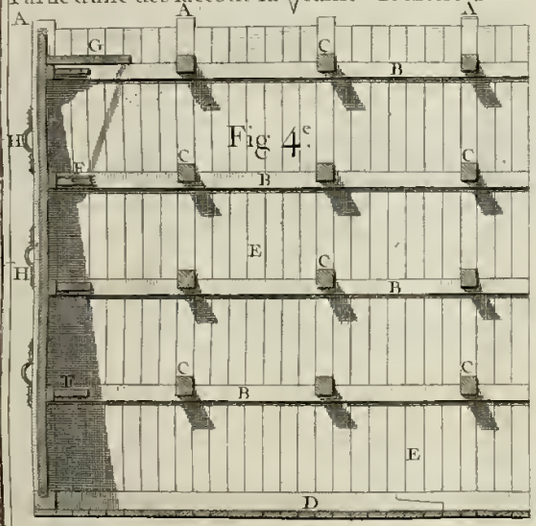


Fig 4.e

Autre partie de la même face vue extérieurement.

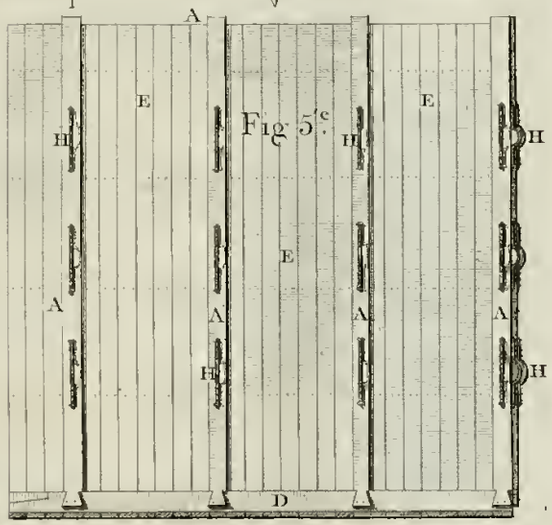


Fig 5.e

Plan d'une Caisse supposée de dix Toises de longueur sur dix Pieds de largeur.

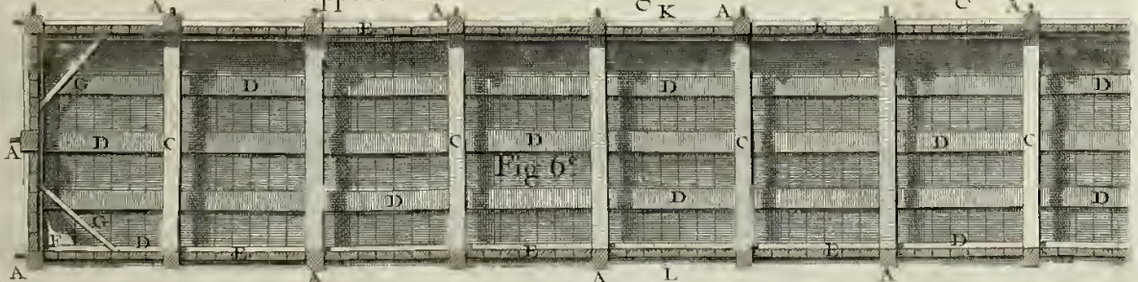


Fig 6.e

Echelle des Figures 2.e 3.e 5.e et 6.e

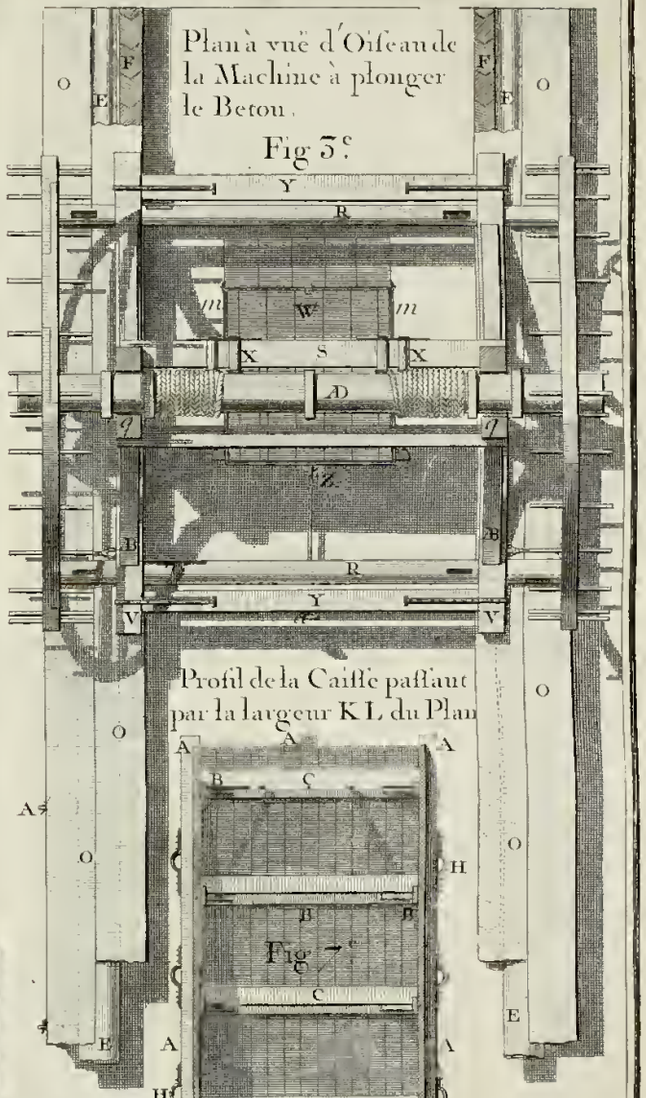
Toi. 6 Pieds 2. 3 4

Echelle de la Figure 4.e

1 2 3 4 5 6 12 18 Pieds.

Plan à vuë d'Oiseau de la Machine à plonger le Beton.

Fig 3.e



Profil de la Caisse passant par la largeur K L du Plan

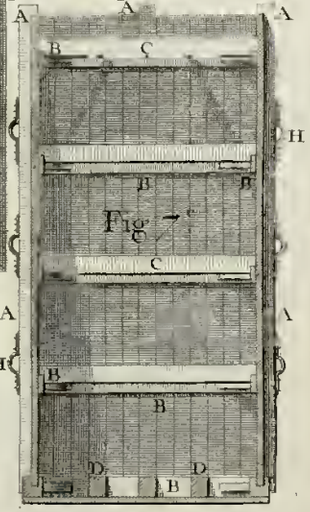


Fig 7.e

Herisset Sculp.

N.o 26.

Vue d'un Vaisseau qu'on tire à terre sur une Calle pour le mettre en radoub.

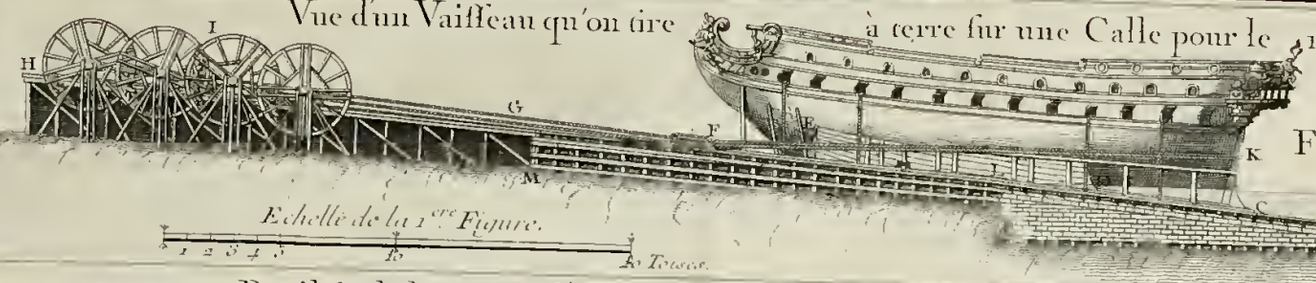


Figure Iere

Niveau de la Mer

Echelle de la 1ere Figure.

Profil sur la longueur d'une Calle renfermé dans sa Caisse enveloppé d'un Batardeau.

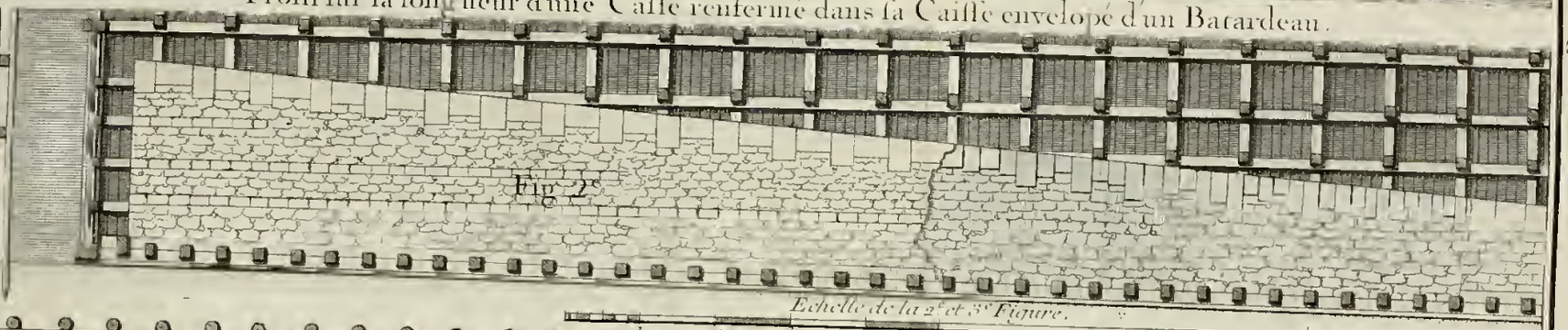
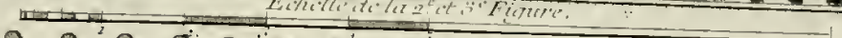


Fig. 2^e

Echelle de la 2^e et 3^e Figure.



Plan de la partie supérieure de la Calle renfermée dans sa Caisse.

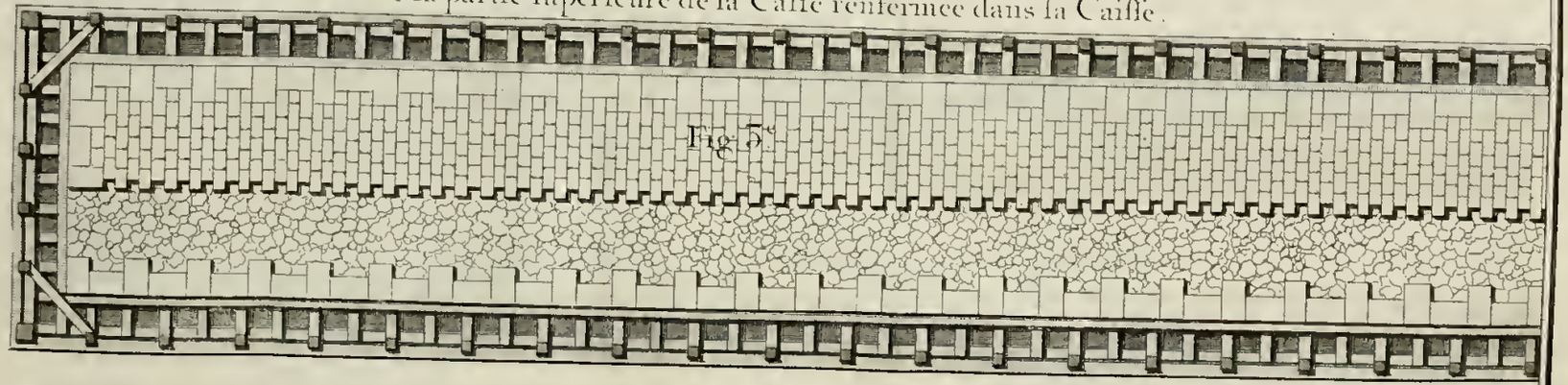


Fig. 3^e

Hervé et Sculp.

N.° 27.

Repretentation des maneuvres faites en 1739. pour fonder par encaiſſement les piles du Pont de Westminster.

Elévation de la Caiſſe vue ſur ſa longueur.

Figure I.re

Avant bec de la Caiſſe.

Fig 2.e

Profil de la même Caiſſe avec la naiſſance de la pile.

Fig 3.e

Plan de la Pile renfermée dans la Caiſſe maintenue à demeure.

Fig 4.e

Côté d'Aval.

Côté d'Amont.

Plan du fond de la Caiſſe.

Fig 5.e

La même apperçue à vuë d'Oiſeau.

Fig 6.e

Echelle des Figures 1.re 2.e 3.e et 4.e

1 2 3 4 5 10 Toiſes.

Herisset Sculp.

N.o 28.

ple qu'ingénieuſe ; je l'euſſe volontiers rapporté dans cet ouvrage, ſi elle avoit été éprouvée en grand, car l'expérience eſt la pierre de touche des machines, & ce n'eſt que par elle ſeule qu'on peut juger de leur véritable effet : c'eſt pourquoi j'ai mieux aimé attendre que l'événement ait confirmé la bonne opinion que les habiles gens en ont.

Nouvelle maniere de fonder dans l'eau avec des caiſſes priſmatiques remplies de mortier de beton.

876. Ne voulant omettre aucun des moyens de fonder ſans batardeaux ni épuiſemens, en voici encore un qui pourra avoir ſon utilité dans bien des occaſions. Nous ſuppoſons qu'on veut fonder un mole, ou tout autre ouvrage, dans un endroit où un enrochement occuperoit trop de place par l'étendue qu'il faudroit donner à ſa baſe, ou encore que la pierre eſt trop rare dans le voiſinage pour en ramaſſer une quantité ſuffiſante, mais qu'en récompenſe il abonde en cailloutage. En ce cas on peut mettre à profit les planches tirées de la démolition d'une quantité de vieux navires pour conſtruire un nombre conſidérable de caiſſes priſmatiques CABDEF compoſées de trois rectangles égaux tels que ADEB, formant par leur aſſemblage deux triangles équilatéraux & oppoſés ABCDEF ſervant de fond ; chaque baſe AB d'une des faces pourra avoir deux pieds ſur ſix de hauteur BE.

Pl. X, fig. 14 & 16.

L'uſage de ces caiſſes eſt de les remplir de mortier de beton mêlé de gros cailloux, de les fermer enſuite & de les plonger dans l'eau immédiatement après, obſervant de les ranger de la maniere ſuivante.

Méthode qu'il faut ſuivre pour arranger les caiſſes juſqu'à la hauteur de la plate forme qu'elles doivent former.

877. Le fond ayant été creuſé pour déblayer la vaſe, & applani bien de niveau, l'on commencera par couler à fond, en ſuivant l'alignement marqué ſur la ſurface de l'eau répondant à IK, une quantité de caiſſes marquées G poſées près à près, de maniere qu'elles faſſent tête à la mer du large, ou au courant, ſi elles ſont dans une riviere. Derriere ce rang on en poſera d'autres bout à bout pour remplir l'eſpace IKL, enſorte que les vuides qu'elles laiſſeront entre elles forment autant de ſillons bien droits, ce qui n'eſt pas d'une difficulté impraticable en travaillant dans un tems calme & en deſcendant ces caiſſes avec des cordes, pour ne les abandonner qu'après avoir obſervé avec la ſonde ſi elles ſont bien ſituées. On remplira ces ſillons par d'autres caiſſes H poſées d'un ſens contraire aux précédentes, c'eſt-à-dire que leurs baſes ſeront en haut & leurs têtes arrêtées en bas : il faut pour bien faire qu'elles ſoient d'inégale longueur, afin que les unes & les autres ſe répondent plein ſur joint.

Cette premiere couche étant finie, l'on en fera une seconde disposée de même, avec l'attention de lui ménager une retraite de six pouces sur le devant & d'un pied sur les côtés. On place ces caisses de façon que les perpendiculaires des triangles se trouvent comprises dans les mêmes plans verticaux qui traverseroient la fondation, afin que dans tous les sens les caisses se lient plein sur joint, comme à la maçonnerie faite en pierres d'appareil.

Pl. X. Fig. 16. On continuera par gradation à former les autres assises PQ, RS, TV, ainsi de suite, auxquelles on donnera des retraites pareilles à celles de la seconde, jusqu'à la derniere XZ, qui doit se terminer à deux pieds au-dessous du niveau des plus basses eaux, où l'on aura une plate-forme pour élever tel ouvrage que l'on voudra, parce qu'avant que de commencer la fondation, il est à présumer que l'on en aura proportionné la base à la capacité que doit avoir son couronnement, & à la diminution que les retraites occasionneront. Il convient de poser un fort grillage sur cette plate-forme pour asseoir solidement l'ouvrage, afin de prévenir les affaissemens lorsque le bois des caisses viendra à diminuer par vétusté, sur-tout s'il étoit rongé des vers, comme il est dit art. 701. Il est vrai que cet affaissement ne peut être considérable, parce que le mouvement de la mer ou le courant de la riviere déposera du sable & d'autres matieres dans les joints, à mesure qu'elles trouveront jour à s'introduire; mais il faut en pareil cas prendre toujours les choses au pis.

Si, au contraire de notre premiere supposition, on étoit dans un pays où la pierre de grand échantillon fût fort commune & que l'on pût à peu de frais l'avoir au pied d'œuvre, on pourroit la tailler en prisme, l'employer au lieu de caisses, en les disposant de même, par conséquent établir sans mortier une fondation des plus solides, puisque rangées de la sorte, elles ne sortiront jamais de leur place.

Autre méthode de fonder dans l'eau moyennant un nombre de grilles, composées d'arbres & de ozillou-tage.

878. On peut encore coucher de gros arbres dans le fond de la mer sur toute la largeur qu'on veut donner à une fondation, les mettre bout à bout si leur longueur n'est pas suffisante, afin d'en former des rangées disposées parallelement les unes aux autres, à la distance qu'on jugera le plus convenable, comme à 3 ou 4 pieds, & en garnir les intervalles avec toutes sortes de pierres mêlées de gravier & arrasées au niveau des arbres. Sur cette grille on en établira une seconde avec d'autres arbres posés en long pour croiser les précédens; leur intervalle rempli aussi de pierres & de gravier toujours bien arrasé, afin

de traverſer cette ſeconde grille par une troiſieme, poſée du ſens de la premiere; enſorte cependant que les arbres ne ſe rencontrent point dans les mêmes plans verticaux. Après les avoir encore garnis de pierres on formera une quatrieme grille diſpoſée comme la ſeconde; ainſi ſucceſſivement juſqu'à la derniere qui ſera terminée à deux pieds au-deſſous du niveau des plus baſſes marées. Alors on aſſeoira un bon grillage de pieces d'aſſemblage bien lié & chevillé : les compartimens ayant été remplis de maçonnerie, on élevera deſſus l'ouvrage qu'on ſe propoſe, dont il faut garantir le pied par une risberme faite à pierres perdues, pour que l'agitation de la mer ne dégarniſſe point la fondation.

Cette maniere de fonder ne peut être que très-bonne quand elle ſera faite avec attention, ſur-tout ſi l'on veut mêler du mortier avec les pierres, & ſi on lui donne beaucoup d'empattement, allant en diminuant de bas en haut par gradation; elle peut avoir également lieu dans l'Océan comme dans la Méditerranée, & dans tous les endroits où les bois étant communs, on auroit des raiſons de lui donner la préférence ſur les autres manieres précédentes.

CHAPITRE XII.

Des Edifices appartenans aux ports de mer, principalement des formes.

Dénombrement des principaux édifices néceſſaires dans un port royal.

879. LEs principaux édifices qui doivent compoſer un arſenal de marine pour un port royal, ſont 1°. une grande ſalle munie de toutes les armes offenſives & défenſives néceſſaires à l'armement des vaiſſeaux. 2°. Un magaſin général pour la recette de toutes les munitions qui entrent dans l'arſenal. 3°. Des magaſins particuliers, où chacune de ces munitions eſt enſuite dépoſée. 4°. Des corderies couvertes, bien éclairées, où l'on file le chanvre & où l'on aſſemble les cables & cordages, avec des ſalles pour les allonger & les couper dans la proportion convenable à la garniture des vaiſſeaux. 5°. Un attelier où ſont établis des métiers pour la manufacture des toiles propres à faire des voiles, accompagné de ſalles pour les couper & les aſſembler. 6°. Des magaſins particuliers deſtinés à chaque vaiſſeau dont ils portent le nom, où l'on renferme ſéparément les cables, voiles, & toutes leurs garnitures quand ils ſont déſarmés. 7°. Des hangars d'une vaſte étendue pour mettre à couvert tous les bois de conſtruction, avec une halle pour y dépoſer la mâture des vaiſſeaux qu'on a déſarmés. 8°. Des atteliers pour que les charpentiers puiſſent travailler à couvert, & qu'après avoir dreſſé le gabari de chaque différente piece néceſſaire à la fabrique d'un vaiſſeau, elles ſoient notées pour les ſerrer dans un magaſin avec les agrès & apparaux, & s'en ſervir au beſoin, afin qu'en peu de tems on puiſſe monter une flotte, ſans être obligé de la laiſſer pourrir dans le port, en la conſtruiſant entierement long-tems avant que de la mettre en mer. 9°. Des formes & cales pour la conſtruction & le radoub des vaiſſeaux. 10°. De grandes forges pour fabriquer les ancres, & d'autres plus petites deſtinées au ſervice journalier du port. 11°. Des atteliers pour les tonneliers, menuiſiers, ferruriers, peintres, ſculpteurs, & généralement pour tous les arts & métiers qui peuvent être appliqués à la marine, s'en trouvant peu qui ne ſoient néceſſaires dans un arſenal. 12°. Des magaſins pour les

vivres, qui ſont de grands bâtimens dans leſquels on établit les fours pour la cuiſſon du biſcuit, ayant au-deſſus des greniers pour les bleds, farine, poiſſon ſec, & légumes, avec des caves & celliers pour les vins & la ſalaiſon des viandes que l'on veut conſerver. 13°. Un hôpital royal diſtribué pour les officiers, canoniers, ſoldats, matelots, &c. 14°. Une chapelle avec un logement pour les aumoniers. 15°. Des ſalles pour les exercices de l'école des gardes-marine, & d'autres pour l'inſtruction des jeunes canoniers. 16°. Des corps de logis, pavillons, & caſernes pour les gens de plume, officiers & ſoldats attachés à la marine; obſervant que tous ces édifices doivent être conſtruits de bons matériaux, n'y employant que le moins de charpente & de menuiſerie qu'il ſera poſſible pour ne point donner lieu aux incendies, à quoi l'on parviendra en voûtant toutes les pieces qui peuvent l'être avec des briques poſées à plat, ſelon l'uſage pratiqué actuellement dans pluſieurs pays : au ſurplus il faut que la décoration de ces édifices réponde à une noble ſimplicité. 17°. Un emplacement pour le parc de l'artillerie, où toutes les pieces puiſſent être rangées par calibre ſur des chantiers. 18°. Des magaſins à poudre placés à l'écart pour prévenir les accidens. Nous paſſons ſous ſilence qu'il faut que l'eau douce de bonne qualité abonde dans un arſenal de marine; que par conſéquent il doit y avoir des fontaines placées convenablement. Il eſt eſſentiel d'en avoir auſſi ſur le bord des quais pour de-là la conduire par des tuyaux de cuir dans les vaiſſeaux qui ſont en armement.

L'arſenal le plus commode que nous connoiſſions eſt celui de Toulon; les magaſins y ſont conſtruits ſur des jettées formant en avant un quai près duquel peuvent approcher les vaiſſeaux qu'on veut armer, qui reçoivent par-là leurs agrès immédiatement, ſans parler des canaux qui facilitent le tranſport de tous les matériaux propres à la conſtruction, ou des choſes néceſſaires aux armemens.

Comme la conſtruction des édifices dont on vient de faire mention, regarde moins l'architecture hydraulique que la civile, je n'entrerai point dans le détail de toutes les propriétés convenables à leur objet, m'en rapportant aux gens du métier; mais comme il n'en eſt pas de même des formes, dont nous avons fait mention (art. 110), ce qui leur appartient va compoſer la ſuite de ce chapitre.

Deſcription

880. On ſait qu'une forme eſt un petit baſſin revêtu de

d'une des formes de Marſeille, pour la conſtruction des galeres.

maçonnerie, ayant en dedans des degrés pour deſcendre ſur des banquettes de pierre diſpoſées par amphithéatre, pour faciliter aux ouvriers le moyen de manœuvrer autour du navire qu'on y a introduit à marée haute & qu'on maintient enſuite à ſec, quand la mer s'eſt retirée, en fermant l'écluſe qui eſt à ſon entrée; ce qui ſe pratique avec aſſez d'aiſance dans les ports où le flux & le reflux ont lieu; ou bien, ſi ces formes ſont ſur la Méditerranée, on en épuiſe l'eau avec des machines.

Pl. XXIX. On pourra ſe former une idée de ces ſortes de baſſins, en conſidérant ſur la planche XXIX les développemens d'une des formes de Marſeille, ſervant à la fabrique & au radoub des galeres, dont on aura encore une intelligence plus parfaite, à l'aide de la quatrieme figure rapportée ſur la planche XVII. Comme cette forme, eu égard à ſa deſtination, n'a que 44 pieds de largeur par le haut, on voit qu'on a eu la facilité de la couvrir d'un toit ſoutenu par des colonnes, afin de mettre à couvert la galere qu'on voudra y conſtruire ou ſimplement radouber; ce qui ne peut ſe pratiquer aux autres formes à l'uſage des gros vaiſſeaux, à cauſe de leur grande largeur. Aux endroits F ſont des rampes avec des degrés pour deſcendre du rez-de-chauſſée ſur la premiere banquette, & de là paſſer, moyennant d'autres degrés G, ſur la ſeconde, répondant à la plate-forme qu'on doit ſuppoſer planchéiée de la même maniere qu'on s'y prend pour le radier des écluſes; obſervant que ces banquettes ſe multiplient plus ou moins ſelon la profondeur de la forme.

L'entrée des formes répond ordinairement au côté du port où ſe trouve l'arſenal de la marine; telle eſt celle qu'on voit marquée 42 proche le pont 30 ſur le plan de Dunkerque, planche II du volume précédent, dont il eſt fait mention (art. 61); mais à quelqu'endroit qu'on les place, il faut qu'elles aient beaucoup d'eſpace tout autour pour la facilité du travail des ouvriers.

Deſcription de la double forme de Rochefort pour le radoub des vaiſſeaux du premier rang & la conſtruction des autres inférieurs.

881. Quand il arrive qu'on n'a point un terrein commode pour faire pluſieurs formes de front, on en place deux au bout l'une de l'autre qui ont une entrée commune; telle eſt la double forme de Rochefort qui paſſe pour la plus belle qu'il y ait; on la voit rapportée ſur la planche XXX, qu'on doit ſuppoſer avoir une écluſe en GC, mais que l'on a ſupprimé ici pour ne pas donner trop de longueur à cette planche.

Pl. XXX. Fig. 1, 2 & 3. La premiere de ces formes CDFG, qui eſt la plus profonde, ſert pour les vaiſſeaux du premier rang; auſſi a-t-elle un plus

grand nombre de rampes & de banquettes M, que la seconde RHKN destinée pour ceux du second & du troisieme rang; c'est pourquoi sa plate-forme a été élevée de sept pieds au-dessus de celle d'en bas, dans la pensée qu'on seroit moins incommodé des eaux de fond. On voit qu'ayant fait entrer à marée haute un vaisseau dans chacune de ces formes & fermé les portes de l'écluse, aussi-tôt que la mer en se retirant les a laissées à sec, on peut les radouber tous deux en même tems; on les fait sortir lorsqu'ils sont réparés, en profitant d'une marée favorable, parce que dans le bajoyer répondant au côté G, il y a un petit acqueduc fermé par deux vannes à coulisses, servant à introduire l'eau dans les formes & à faciliter l'ouverture des portes, selon l'article 114.

Pour construire un vaisseau dans la forme supérieure sans être privé pendant ce tems là de l'usage de l'inférieure, dans l'intervalle des deux on a ménagé des coulisses NR, pour faire avec des poutrelles le coffre d'un batardeau rempli de terre glaise, qui empêche que la mer ne passe outre; alors ces deux formes n'ayant plus rien de commun, se trouvent à peu près dans le même cas que si elles étoient détachées l'une de l'autre. Cependant quoiqu'il paroisse qu'elles n'en seroient que plus commodes, il y a lieu de croire qu'on ne s'en trouve pas mal, puisque depuis peu l'on a commencé à Brest deux doubles formes, mais qui seront plus parfaites que celles de Rochefort, à laquelle on reproche d'avoir trop de largeur: d'où il arrive que les accords dont on se sert pour soutenir un vaisseau sur le chantier étant fort longs, on ne peut les placer que difficilement. Le plus grand défaut de cette double forme vient du grand nombre de sources qui la pénetrent de toutes parts, & qui fourniſſent une si grande abondance d'eau qu'on a bien de la peine à les maintenir à sec, même la supérieure, malgré l'action de la machine hydraulique que nous avons décrite (art. 748 de la premiere partie de cet ouvrage). Pour rassembler ces eaux on a fait un premier puisard I dans le fond de la forme supérieure, répondant à une rigole LE qui passe sous le chantier TS, & aussi deux autres puisards O qui se communiquent par le fond, moyennant une rigole qui conduit toutes les eaux à un dernier puisard P, placé au-dessous de la machine précédente; après les avoir élevé dans un bassin situé à la hauteur de la premiere banquette, elles vont de-là, par un acqueduc ménagé dans l'épaisseur du revêtement PQ, se décharger sur le radier extérieur de l'écluse.

Réparation faite à la même forme depuis l'année 1720, pour la rendre plus étanche.

882. Cependant comme malgré le travail continuel de la même machine, on ne pouvoit parvenir à épuiſer les eaux de la forme inférieure que les baſſes marées ne découvroient point entiérement, parce que ſon plancher avoit été placé trop bas, on a pris le parti en 1720 d'en conſtruire un nouveau à la hauteur de la derniere banquette X, fig. 3, en rempliſſant le deſſous d'un maſſif de maçonnerie YZ.

Quoique cette double forme ſoit établie ſur un bon fond en partie compoſé de tuf, on obſervera que le graveur a mal rendu la nature du terrein dans les profils, où il ſemble que l'ouvrage a été taillé dans le roc, ce qui vient de ce que je nétois point alors à portée de ſuivre la gravure de cette planche, comme j'ai fait à toutes celles qui ne ſont point marquées par quelques négligences.

Pour ne point multiplier les figures ſans néceſſité, l'on pourra juger d'une forme ſimple propre aux gros navires, en regardant la ſeconde RHKN, comme ſi elle étoit détachée de la premiere, & lui ſuppoſant une écluſe placée dans l'intervalle NR, ſans avoir égard à tout ce qui eſt au-deſſous.

SECTION PREMIERE.

Comprenant des maximes ſur l'établiſſement des formes dans les ports de l'Océan.

Il faut que la grandeur des formes ſoit réglée ſur la force des plus gros navires qu'on y fabriquera ou qu'on voudra y faire entrer.

883. Pour déterminer les dimenſions qu'il conviendra de donner à une forme, il faut examiner quels ſeront les plus forts navires dont peut être ſuſceptible le port où l'on veut l'établir, afin de régler en conſéquence ſa longueur, ſa largeur, & ſa profondeur; c'eſt de quoi l'on jugera par les tables premiere & deuxieme rapportées ſur la planche IV du volume précédent, & par le tirant d'eau des mêmes vaiſſeaux quand ils ne ſont point leſtés, au cas que l'on ne puiſſe avoir aſſez d'eau dans la forme pour les recevoir avec leur charge.

Pour maintenir une forme à ſec, il faut que ſa plate-forme ſoit un peu plus

884. Comme le principal mérite de ces ſortes de baſſins eſt de pouvoir y travailler à ſec dans quelque tems que ce ſoit, que cependant il eſt bien difficile que l'eau ne s'y introduiſe, tant de la part des portes de l'écluſe que des ſources qui tranſpirent dans le fond, malgré les précautions qu'on prend pour s'en garantir, il eſt d'une extrême conſéquence de faire enſorte

que

que les eaux qui s'y amaſſeront s'écoulent d'elles-mêmes au tems des baſſes marées ordinaires, ſans être obligé d'employer continuellement à grands frais des machines pour les épuiſer. Pour les éviter, il faut établir la ſurface du fond environ à un pied au-deſſus du niveau des baſſes eaux dans le port, au cas que cela ſe puiſſe ſans trop anticiper ſur le tirant d'eau des plus forts vaiſſeaux qu'on pourra y faire entrer non leſtés; autrement il faudroit faire de ſon mieux pour concilier ces deux objets, comme nous en expliquerons le moyen. En attendant, il eſt bon d'être prévenu que les vaiſſeaux du premier rang, qui tirent avec leur charge ordinaire vingt-cinq à vingt-ſix pieds d'eau, n'en exigent que ſeize à dix-ſept quand ils ne ſont point leſtés, après qu'on a un peu chargé l'avant ou ſoulagé l'arriere avec des coffres pour diminuer la différence du tirant d'eau. Ceci établi à l'égard des plus forts vaiſſeaux, il eſt évident que ceux d'un rang inférieur flotteront toujours facilement dans le haut bout de la forme; ainſi voilà un point fixe d'où l'on pourra partir pour ſe régler en conſéquence; j'ajouterai que comme le tirant d'eau des navires que l'on fait paſſer dans une forme, doit ſe meſurer au-deſſus du chantier, qui a environ trois pieds de relief, il ſuffit, quand on y eſt contraint par le défaut de profondeur d'eau, de ne lui en donner que deux ſeulement, pour pouvoir encore travailler commodément aux parties du vaiſſeau qui répondent à la quille.

élevée que les baſſes marées des mortes eaux, obſervant que les vaiſſeaux du premier rang non leſtés ne tirent que 17 pieds d'eau.

885. Pour rendre les portes étanches on les garnit de friſe, c'eſt-à-dire, de bandes d'étoffe de laine appliquées le long des heurtoirs & aux autres endroits par où l'eau pourroit s'échapper, comme l'on fait autour des ſabords qu'on veut maintenir fermés, pour empêcher que dans un gros tems l'eau n'entre dans le vaiſſeau. Comme cela ne peut ſe pratiquer que quand le radier eſt à ſec, on voit combien il importe de l'établir au-deſſus du niveau des baſſes marées ordinaires, ſans avoir égard au terme où elles deſcendent dans le tems de la nouvelle & de la pleine lune, & encore moins dans celui des équinoxes; autrement, on tomberoit dans le cas de ne pouvoir bien fermer ces portes que tous les quinze jours ou peut-être tous les ſix mois, s'il falloit attendre pour cela que les marées fuſſent les plus baſſes; alors la forme ſeroit d'un foible uſage ſi on n'avoit pas en tout tems la liberté de la maintenir à ſec, immédiatement après qu'on y a fait entrer un vaiſſeau.

Pour rendre étanches les portes d'une forme, on les garnit de friſe, ce qui ne ſe peut faire que le radier ne ſoit à ſec.

886. Un autre inconvénient d'aſſeoir ce radier trop bas, c'eſt

Il y a des endroits où le

Rapport de la vase empêche qu'on ne puisse ouvrir les portes d'une écluse quand elles ont resté long-tems fermées. Inconvénient qui naît d'asseoir le radier trop bas.

qu'en bien des endroits il s'amasse dessus une si grande quantité de vase pendant le tems du radoub d'un vaisseau, qu'on ne peut plus ouvrir les portes pour le faire sortir quand on veut, & qu'on est obligé d'attendre une marée qui permette d'enlever cette vase, ce qui cause des retardemens fâcheux, dont les suites dans certains cas peuvent tirer à de grandes conséquences.

Aux formes où l'on a commis cette faute, on a eu sans doute intention de ménager aux navires qu'on y feroit entrer, le plus grand tirant d'eau qu'il seroit possible, sans prévoir les accidens qui en résulteroient, parce qu'il n'y avoit guere que l'expérience qui pût les manifester. Aujourd'hui qu'elle fournit des regles pour se conduire en pareil cas, seroit-on excusable de les négliger? Cependant s'il arrivoit qu'en voulant les suivre, il ne restât point assez de tirant d'eau pour les vaisseaux du premier rang, même en les déchargeant de leur leste, il ne faudroit construire la forme qu'on se propose que pour des vaisseaux d'un rang inférieur, sans la rendre défectueuse en voulant lui donner une propriété dont elle ne peut être susceptible, & faire dans un autre port plus favorable ce que l'on n'aura pu exécuter convenablement dans celui-ci.

Faute d'avoir pensé de la sorte en construisant anciennement la forme de Brest, on a établi son radier trop bas, d'où il s'en est suivi plusieurs inconvéniens que je vais rapporter, afin de montrer combien il faut être circonspect en projettant ces sortes d'ouvrages; c'est de quoi l'on jugera en considérant cette forme dans son état primitif, sans avoir égard à ce qu'on a pu y faire depuis 1741.

Défauts de la forme de Brest, qui sont cause qu'elle n'est que d'un médiocre usage.

887. Le principal défaut de cette forme, & qui a donné lieu aux autres, est d'avoir sa plate-forme à-peu-près au niveau de la basse mer des équinoxes; il arrive de-là qu'elle est inondée de la part des sources, des pluies, & de l'eau de la mer qui filtre par les portes de l'écluse, sans qu'elle puisse s'évacuer dans les tems même les plus favorables à l'écoulement. De plus, son radier se trouvant supérieur à la même plate-forme, on ne parvient à l'entretenir à sec qu'avec le secours d'une machine mue continuellement par plusieurs chevaux pendant tout le tems qu'un vaisseau est en radoub, ce qui cause une grande dépense qu'on eût évitée si en construisant cette forme on avoit suivi la maxime rapportée à l'article 884. Il étoit d'autant plus naturel de s'y conformer, qu'en élevant le bas de la plate-forme d'environ six pouces au-dessus des basses marées des mortes

eaux, il fût encore reſté plus de dix-ſept pieds d'eau au-deſſus du chantier, la mer montant ordinairement de vingt pieds dans ce port.

Il arrive auſſi très-ſouvent que la partie inférieure des venteaux n'étant point découverte dans le tems même des vives eaux, on ne ſauroit les ouvrir, faute de pouvoir enlever la vaſe qui leur fait obſtacle. D'autre part, l'eau qui reſte ſur le radier ne permettant point de garnir de friſe les heurtoirs pour rendre les portes étanches, il ſe paſſe quelquefois juſqu'à deux mois, ſans qu'on puiſſe exécuter les opérations relatives à la forme. Comme les jours des marées les plus favorables ſont employés à travailler à ces beſoins, quelquefois on ne peut enſuite y faire entrer un vaiſſeau, parce que la mer ne fournit plus aſſez de tirant d'eau : alors on eſt obligé d'attendre encore quinze jours l'arrivée d'une autre grande marée. Tous ces inconvéniens ſont cauſe que cette forme ne rempliſſoit ſon objet avant 1741 que fort imparfaitement ; mais je ne m'y arrête pas davantage, & je reprends la ſuite des maximes qui me reſtent à établir.

√888. Il faut renfermer la capacité des formes dans de juſtes bornes, eu égard à l'eſpece de navires qu'on y introduira ; la longueur la plus raiſonnable qu'on puiſſe donner à celles qu'on deſtine pour les vaiſſeaux du premier rang, eſt de cent quatre-vingt-dix pieds, depuis le bord ſupérieur du fond juſqu'à l'angle du buſc de l'écluſe, & non pas deux cens quarante, comme l'on a fait aſſez mal-à-propos pour celle de Breſt, ce qui a occaſionné un ſurcroît de dépenſe, & de plus grands épuiſemens.

Dimenſions qu'il convient de donner aux formes deſtinées aux vaiſſeaux du premier rang.

A l'égard de la largeur des mêmes formes, compriſe entre les bords des aîles, il faut la régler ſur celle qu'il conviendra de donner à l'écluſe, parce qu'elle eſt la même qu'aura la plateforme, à quoi il faut ajouter l'eſpace qu'occuperont les banquettes. Par exemple, ſi l'on donne quarante-huit pieds à l'écluſe & que l'on faſſe trois banquettes chacune de cinq pieds, elles en occuperont enſemble trente, qui étant ajoutés à la largeur de l'écluſe, donnent ſoixante-dix-huit pieds pour ce que l'on demande. Le plus ſûr moyen de bien conſtater les projets de la ſorte eſt d'en conférer avec les maîtres conſtructeurs de vaiſſeaux, qui ne manqueront pas de donner lieu à des obſervations qui pourroient échapper à des perſonnes moins inſtruites de ce qui convient le mieux. J'ai d'autant plus de raiſon de penſer ainſi, que j'avoue avoir beaucoup profité d'un mémoire que

M. Ollivier a envoyé à la cour en 1741 sur la maniere de corriger les défauts de la forme de Brest, en ayant déduit plusieurs bonnes choses, dont on pourra, selon les circonstances, faire une juste application.

Ce n'est que par la connoissance que l'on prend des négligences qui se sont glissées dans la construction d'un ouvrage, qu'on peut se faire des regles pour les éviter, quand il s'agira d'en établir de même espece & dans des cas à-peu-près pareils : c'est le fruit ordinaire que l'on tire de l'expérience. Mais comme on ne l'acquiert que par le nombre des années, qu'on ne sauroit trop bien employer, tâchons au moins de ne point répéter les fautes des autres ; nous ne serons toujours que trop comptables de celles que nous commettrons nous-mêmes.

Observation importante pour éviter les grands épuisemens d'eau en creusant une forme dans les ports de l'Océan, ou un bassin, pour tenir les vaisseaux à flot.

889. Voulant construire avec économie les formes & grands bassins qui se font dans les ports de l'Océan, il faut, avant que de creuser sur toute leur étendue, commencer par faire l'écluse & les bouts de quais qui répondront à leur entrée, parce qu'ensuite les portes de flot rendues bien étanches tiendront lieu de batardeaux, & qu'en y ménageant dans le bas des trous fermés par des tampons ou clapets qu'on laissera ouverts à marée basse, les eaux des sources & celles des pluies qui surviendront pendant qu'on travaillera au reste, s'écouleront d'elles-mêmes toutes les douze heures, après s'être rassemblées dans le réceptable qu'on leur aura ménagé. Par-là on ne sera point obligé à des épuisemens qui coûtent quelquefois autant & plus que l'ouvrage même, puisqu'ils n'auront lieu ici que quand on travaillera au-dessous du niveau du radier, qui est le cas où ils sont indispensables, & non pas dans bien d'autres où on peut les éviter.

Maniere d'établir la fondation d'une forme sur un mauvais terrein.

890. Comme le fond d'une forme doit être planchéié avec autant de soin que le radier d'une écluse, il faut apporter beaucoup d'attention pour établir solidement le massif de maçonnerie qui doit régner sous toute l'étendue de la plate-forme, & se régler sur la nature du terrein que l'on rencontrera après avoir fouillé jusqu'à la profondeur convenable. S'il se trouve de mauvaise consistance, il faudra piloter avec ménagement, c'est-à-dire, serrer les pilots plus ou moins selon l'importance de leur position ; j'entends qu'on en semera davantage sous la fondation du revêtement, dont l'épaisseur doit comprendre aussi la largeur des banquettes, que sous la plate-forme, excepté à l'endroit du chantier qui doit porter le vaisseau qu'on mettra en

radoub, parce que c'eſt celui qui ſera le plus chargé. On en uſera de même pour l'écluſe, en multipliant les pilots ſous ſes bajoyers & ſous le ſeuil, obſervant d'enfoncer des files de palplanches où il en faut néceſſairement, ſelon ce qui a été expliqué aux articles 251, 252.

Après avoir récépé ces pilots, on en remplira les intervalles par une maçonnerie de moilonage bien arraſée, ſur laquelle ſera élevé un maſſif de deux pieds & demi d'épaiſſeur, fait en briques miſes en œuvre avec du mortier de ciment. Enſuite on poſera des traverſines qui régneront ſur toute la largeur de la plate-forme, leurs extrêmités enclavées d'un pied ſous la derniere banquette, obſervant que ces traverſines ſoient poſées de maniere que leur ſurface étant bien arraſée avec la maçonnerie qui en remplira les intervalles, le plancher qu'on doit y attacher forme un plan incliné de ſix pouces, depuis le fond de la forme juſqu'au bord des heurtoirs de l'écluſe, afin de faciliter l'écoulement des eaux. Si le terrein étoit de bonne qualité & qu'on fût diſpenſé de piloter, il n'en faudroit pas moins avoir égard à tout ce qui intéreſſe la plate-forme.

Méthode de diminuer la capacité du fond d'une forme pour la rendre plus étanche. Maniere de faire cette diminution, ſans réduire celle du tirant d'eau des vaiſſeaux.

✓ 891. Quoiqu'il ſoit d'uſage, comme on vient de le voir, d'aligner le parement de la derniere banquette avec celui des bajoyers, on ne ſent pas la néceſſité de donner autant de largeur à la plate-forme qu'en aura l'écluſe, puiſque par-là on embraſſe beaucoup d'eſpace ſuperflu qui donne lieu aux ſources de fournir une plus grande abondance d'eau. Il paroît bien plus raiſonnable de régler l'étendue de cette plate-forme ſur la capacité du plus grand vaiſſeau, priſe à la hauteur du maître gabari, qui n'a à ce niveau que vingt-ſix pieds de largeur; c'eſt-à-dire, qu'au lieu de la faire à-peu-près rectangulaire comme ſur les planches XXIX & XXX, on devroit plutôt lui donner une forme curviligne dont la derniere banquette fera le contour, ſans avoir de ſa part une largeur uniforme; de ſorte que compoſant alors une maniere d'eſtrade, ce nom paroît lui convenir mieux que celui de banquette. On ſuppoſe que cette eſtrade aura environ trois pieds de relief au-deſſus de la plate-forme, qu'elle ſera de niveau avec le radier inférieur de l'écluſe juſqu'à l'alignement du buſc, & qu'on ménagera une rigole de ſix pieds de largeur qui viendra aboutir au radier inférieur, pour faciliter l'écoulement des eaux, dont la chaſſe ne permettra point à la vaſe d'y ſéjourner; c'eſt pourquoi le fond doit avoir un peu de pente, de même que la plate-forme. On obſervera que le

milieu de cette rigole doit être dirigé sur la prolongation du chantier, & qu'elle doit être fermée par deux mantelets attachés à charnieres au bas des portes, pour n'ouvrir ce canal que dans le tems de la basse mer, dont le niveau doit se trouver au tems des quadratures un peu au-dessous de celui du radier précédent, selon l'article 884. Ainsi la sujétion réservée au gardien de la forme, sera d'ouvrir ces mantelets toutes les douze heures, pour laisser évacuer l'eau qui s'y trouvera amassée, & de les refermer ensuite, en les garnissant de frise avant que la mer remonte; par-là on ménagera la dépense que cause l'entretien des machines pour les épuisemens, & les environs de la forme ne seront point embarrassés par les bâtimens qu'elles occasionnent. Comme le haut bout de la plate-forme, à cause de sa pente, sera toujours à sec, on pourra y travailler en tout tems, parce que les eaux se rassembleront dans la rigole jusqu'au moment qu'on les laissera écouler, après quoi les ouvriers pourront passer dans la partie basse pour y exécuter ce qu'ils n'auroient pu faire commodément auparavant.

Avantage que les portes de la forme tireront de cette méthode.

892. La hauteur du même radier, au pied du busc, doit être inférieure d'environ quatre pouces, au fond de la rigole, afin qu'à son débouché elle ait un seuil angulaire pour recevoir le bas des mantelets; ainsi le mur de chûte aura trois pieds quatre pouces de hauteur; & comme il suffit de huit pouces seulement, pour appuyer les portes de l'écluse, on pourra les élever de deux pieds huit pouces au-dessus du radier; par-là on diminuera leur hauteur, & par conséquent la poussée de l'eau qu'elles auront à soutenir. Quand on voudra les ouvrir, elles auront l'avantage de ne plus rencontrer d'obstacle de la part de la vase qui s'y amasse quand elles sont quelque tems fermées, & l'on aura toujours la facilité de les garnir de frise, bien mieux que si elles descendoient aussi bas que de coutume. J'oubliois de dire que pour ne point avoir la peine d'ouvrir & de refermer les mantelets deux fois en vingt-quatre heures, je crois qu'il suffira de les percer par le bas d'un nombre de trous d'environ deux pouces de diametre, qu'on bouchera avec des tampons après que les eaux de la forme se seront écoulées, & qu'il faut, en construisant l'écluse, ménager dans ses bajoyers de petits escaliers pour descendre sur le radier.

Remarque sur la construction du busc de l'écluse

893. Le busc convenable aux portes précédentes devant être nécessairement formé de deux parties séparées par la largeur de la rigole, pour laisser un libre passage à la quille des navires,

il faudra compoſer chacune de ces parties de trois maîtreſſes pieces, faiſant enſemble un triangle rectangle dont la baſe ſera le ſeuil; l'hypotenuſe, un des heurtoirs, & la perpendiculaire, le poinçon qui ſe trouvera répeté ici. J'ajouterai qu'au lieu d'avoir une chûte de trois pieds quatre pouces à l'endroit des heurtoirs, on peut, de part & d'autre de la rigole, élever le radier en glacis juſqu'à deux pieds près de leur ſurface, & continuer cette rigole en l'évaſant juſqu'au bord inférieur du radier; par-là on remplira les encoignures en même tems qu'on donnera plus de ſolidité au mur de chûte, & le rapport de la vaſe aura moins lieu.

qu'il faudra aſſujettir à la diſpoſition precedente.

894. Par cette diſpoſition on ſera ſûr, quond on introduira un vaiſſeau dans la forme pour ſeulement le carener, de l'en faire ſortir trois ou quatre jours après, parce qu'il n'y aura nul obſtacle capable de cauſer du retardement de la part des portes ni des marées. Que ſi elles montent ſeulement d'environ dix-ſept pieds au-deſſus du chantier dans les tems ordinaires, les vaiſſeaux du premier rang y entreront toujours ſans difficulté, & les autres avec la plus grande partie de leurs effets; & c'eſt tout ce que l'on peut deſirer dans les ports où la marée n'eſt guere plus forte qu'on le ſuppoſe ici; le pis-aller, ſi elles ne montoient qu'à quinze ou ſeize pieds, ſeroit de ſaiſir le tems des vives eaux pour les gros bâtimens ſeulement, puiſqu'il y en aura toujours aſſez pour les autres lors des marées moins favorables.

Avantages que l'on tirera des formes conſtruites ſelon l'expoſé précédent.

Comme il n'en eſt point de même des vaiſſeaux de guerre que de quelques bâtimens dont le fond eſt preſque auſſi large que le tillac, il ne faut que jetter les yeux ſur la planche XXX, figure 4, pour juger de l'inutilité de la largeur ordinaire des formes par le bas, puiſque c'eſt ſeulement dans le milieu, où paſſe la quille du vaiſſeau, & non ſur les côtés, qu'il prend conſidérablement de ſon tirant d'eau, par la hauteur de ſa quille & par ſes façons. Pourvu qu'il puiſſe paſſer librement dans le petit canal ſans en toucher les bords, n'eſt-ce pas comme ſi la forme avoit par-tout la même profondeur d'eau? Il n'y a donc point d'inconvéniens de la retrécir à meſure que l'on approche du fond, en ne donnant à la plate-forme que vingt-ſix pieds dans ſa plus grande largeur, au lieu de quarante-huit ou cinquante qu'elle a coutume d'avoir quand elle doit ſervir aux vaiſſeaux du premier rang.

895. Je laiſſe aux habiles gens du métier de faire l'uſage qu'ils

Les change-

mens que l'on vient de proposer de faire aux formes peuvent donner lieu à les perfectionner.

jugeront le plus convenable des remarques précédentes ; elles serviront au moins à faire naître de nouvelles vues sur un sujet qui paroît ne point avoir été suffisamment examiné. Cela vient sans doute du peu d'occasions qu'on a eu de construire des formes, leur grande dépense ayant été cause qu'on n'en a point exécuté dans tous les ports où elles eussent été nécessaires ; mais comme on en connoît aujourd'hui plus que jamais la nécessité, & que cet obstacle n'est point invincible, je serois bien satisfait de cette petite partie de mon travail, si elle pouvoit donner lieu à des recherches plus étendues sur la perfection des formes en général.

SECTION II.

De la construction des formes pour les ports de la Méditerranée, principalement de celles qui sont à l'usage des galeres.

Dimensions qu'il convient de donner aux formes destinées pour la construction & le radoub des galeres.

Pl. XVII & XXIX.

896. Une forme destinée à recevoir des galeres du premier ordre, doit avoir trente-cinq toises de longueur, depuis le fond jusqu'à l'angle du busc de son écluse, sur quarante-quatre pieds de largeur, prise par le haut, & quinze de profondeur, mesurée au-dessus du plancher de sa plate-forme. A l'égard de la largeur de l'écluse, égale à celle de la forme prise en bas, elle doit être de vingt-six pieds, d'où il résulte une différence de dix-huit pieds avec sa largeur en haut, afin d'avoir neuf pieds le long des ailes pour les deux banquettes.

Après que la forme aura été exactement tracée, le terrein sera approfondi de treize pieds au-dessous des plus hautes marés ; il y en aura trois pour l'épaisseur du massif de la plate-forme, & les dix autres restans pour la hauteur de l'eau qu'on y introduira au besoin. On observera, en élevant l'écluse, de pratiquer dans un de ses bajoyers un aqueduc fermé par une vanne, pour introduire l'eau dans la forme quand on le voudra.

Dans le bajoyer opposé il sera aussi pratiqué un autre aqueduc plus petit, aboutissant à un puisard inférieur au plancher de la forme, pour recevoir les eaux de fond & la maintenir toujours à sec à l'aide des pompes ou chapelets. Au surplus, on ménagera tout autour de l'intérieur du revêtement de cette forme, des banquettes de quatre à cinq pieds de largeur, & des degrés commodes, en maniere d'amphithéatre, pour faciliter aux ouvriers

ouvriers la conſtruction ou le radoub des galeres.

897. Auſſi-tôt que la place deſtinée à la fondation ſera déblayée & miſe de niveau, on en reconnoîtra le fond; & au cas qu'il ſoit paſſablement bon, comme il s'eſt rencontré pour les formes de Marſeille, dont nous rapportons ici l'eſprit du devis, il ſera enfoncé deux files de palplanches parallelement l'une à l'autre, à la diſtance de vingt pieds, pour encaiſſer la fondation du revêtement, dans laquelle on comprend celle des contreforts & des banquettes. Il faut obſerver que le ſommet de ces palplanches ſoit bien attaché avec des clous & des chevilles de fer à une ventriere.

Extrait du devis qui a été ſuivi pour la conſtruction des formes de Marſeille.

Cette fondation ſera faite avec des moilons eſmillés ou des briques poſées en bain de mortier de ciment par aſſiſes réglées, bien liées, plein ſur joint. Sur le reſte de la capacité de la forme, juſqu'à un pied au-deſſous du plancher, ſera auſſi élevé un maſſif établi avec le même ſoin: ſans parler de ce qui appartient à l'écluſe, dont on ſupprime ici le détail qui a été ſuffiſamment expliqué dans le volume précédent.

Sur ce maſſif on poſera des traverſines dont les bouts iront ſe terminer à un pied au-deſſous de la derniere banquette. Ces pieces de neuf à dix pouces de groſſeur, ſeront diſtantes de trois pieds & demi de milieu en milieu; leur intervalle ſera garni de maçonnerie pour recevoir un plancher de deux pouces & demi d'épaiſſeur, calfaté, goudronné & brayé comme il eſt dit art. 296, 297.

898. Le tout étant bien arraſé, on tracera de nouveau la forme & ſon écluſe pour déterminer plus ſûrement la premiere aſſiſe du parement, qui doit recouvrir ſur la largeur de ſix ou ſept pouces le pourtour du plancher précédent. Cette aſſiſe & les autres ſuivantes ſeront compoſées de carreaux & de boutiſſes de la meilleure pierre de taille poſée ſur ſon lit en bain de mortier de chaux & de ciment, ayant grand ſoin, à meſure qu'on les élevera, de conſtruire en toute bonne façon les banquettes & degrés repréſentés au plan & à l'élévation.

Suite du même devis pour les parties de la forme élevées au-deſſus de la fondation.

Le derriere des gros murs ſera garni en brique liée avec le moilon, ſelon l'art. 339; les contreforts eſpacés les uns des autres comme ils ſont ſur le plan; & lorſque ces murs ſeront achevés, on les terminera par un pavé de pierres plates ou dales, ayant au moins deux pieds & demi de largeur, poſées en bain de mortier de chaux & ciment ſur le bord répondant aux paremens. Ces dales ſeront entretenues enſemble par des crampons

de fer coulés en plomb. A l'égard du reſte de l'épaiſſeur des ailes, on y fera un pavé de pierres telles qu'on les emploie pour le pavé ordinaire du pays, obſervant de lui donner de la pente & une rigole, afin de rejetter en dehors les eaux qui s'écouleront du toit de la forme.

Le plancher précédent ſera recouvert d'un ſecond ayant un pouce & demi d'épaiſſeur, calfaté de même, mettant entre deux un lit de mouſſe ou de bourre, après avoir goudronné le deſſous, le tout exécuté comme il eſt enſeigné art. 297.

En élevant les bajoyers de l'écluſe, on aura attention de ménager dans le parement, des feuillures pour loger les poutrelles deſtinées à former deux batardeaux : le premier du côté de la mer, pour ſervir en cas de quelque grande réparation, & le ſecond d'un uſage plus fréquent, pour maintenir la forme à ſec contre les pertes d'eau provenant des portes, dans le tems de la conſtruction ou d'un radoub d'une galere.

Etabliſſement des colonnes pour ſoutenir le toit de la forme ci-deſſus.

899. Après que l'on aura achevé les murs qui renferment la forme, on poſera le long de chaque aile ſept ſocles à diſtance égale, comme on les voit marqués ſur le plan, leſquels auront quatre pieds de hauteur ſur trois pieds quatre pouces de diametre, leur centre éloigné de vingt-deux pouces du parement; ils ſerviront à ſoutenir autant de colonnes d'Ordre Ionique, de vingt-cinq pieds de hauteur compris le chapiteau, pour porter le toit qui doit couvrir la forme; chacune de ces colonnes ſera faite d'une ſeule pierre, s'il eſt poſſible, ou bien on les compoſera de pluſieurs morceaux; quant à leur diametre, il ſera de trois pieds par le bas, le reſte ſera fait ſuivant les proportions de la bonne architecture.

Détail ſur ce qui appartient au portique & au toit de la même forme. Pl. XVII & XXIX.

900. Vers l'entrée de la forme, à la hauteur de l'angle du buſc de l'écluſe, on élevera avec la plus belle pierre taillée en refend, une arcade ſurbaiſſée de quarante-deux pieds de largeur ſur quarante-cinq de hauteur ſous clef meſurée du niveau du quai; les côtés de cette arcade ſeront accompagnés de deux pilaſtres formant un portique couronné d'un fronton qui aura environ ſept pieds de hauteur depuis ſon ſommet juſqu'au-deſſous de la clef.

Pour conſtruire le toit qui viendra aboutir au fronton précédent, on aſſeoira ſur le chapiteau de chaque colonne, un ſocle de pierre ſervant à porter deux poutres, chacune de dix pouces de groſſeur, couchées l'une ſur l'autre, comme ſi elles ne formoient enſemble qu'une ſeule piece de dix ſur vingt

pouces d'équarriſſage, poſées de champ d'une colonne à l'autre ; toutes les poutres employées de la ſorte, au nombre de vingt-huit, ſeront bien liées par des bandes & étriers de fer. Pl. XVII. Fig. 4.

Elles ſeront enſuite croiſées à l'endroit de la jonction par d'autres dont les extrêmités porteront ſur les colonnes & traverſeront toute la largeur de la forme. Si l'on n'en trouve point d'aſſez fortes, on les fera de deux pieces qui ſe joindront vers le milieu de la largeur de la forme; elles y ſeront ſoutenues par une maniere de poinçon ſuſpendu au ſommet du toit, à l'endroit où ſe joindront les deux petites forces qui formeront chaque ferme, aſſemblée comme on le voit dans la figure qui repréſente ce qui appartient à la couverture, à quoi je ne m'arrête pas, non plus qu'aux autres choſes qui ſont d'une conſtruction ordinaire.

On fait à l'entrée des formes deſtinées aux galeres un pont flottant pour entretenir la communication du quai.

¶ 901. Le quai qui borde le port ſe trouvant coupé par l'entrée de la forme, il faut, pour n'en point interrompre le paſſage, y faire un pont flottant compoſé de deux bateaux, obſervant d'accompagner les extrêmités de ce pont de deux avant-ducs attachés à charnieres, afin de les replier lorſqu'il ſera queſtion de le ſupprimer & de le faire paſſer le long du quai pour faciliter l'entrée ou la ſortie d'une galere, comme cela ſe pratique à Marſeille. J'ajouterai que le pont ne peut avoir lieu que dans les ports de la Méditerranée, où le niveau de la mer eſt preſque toujours à la même hauteur.

Autre maniere de pont qu'on peut exécuter à l'entrée des formes & baſſins établis ſur l'Océan.

¶ 902. Pour traverſer la largeur de l'entrée des formes conſtruites aux ports de l'Océan, on y fait auſſi quelquefois un pont dans le goût du précédent, avec cette différence qu'étant mis en place, il eſt ſoutenu par ſes extrêmités ſur les bajoyers de l'écluſe diſpoſés pour les recevoir; ainſi ce pont n'eſt point porté dans le milieu par des bateaux, qu'on ne pourroit toujours maintenir à la même hauteur, à cauſe de la variation des marées: par conſéquent il eſt dans le cas d'un petit pont dormant ordinaire qui n'auroit que deux culées. Voulant le ſupprimer pour le paſſage d'un navire, on a un ponton fait exprès, que l'on introduit deſſous à marée baſſe ; & lorſque la mer eſt montée juſqu'à un certain point, elle ſouleve le pont. Quand le ponton eſt chargé on le tire de-là pour le conduire à l'écart. Après que le ſervice de la forme eſt rempli, on le ramene pendant la même marée, ou la ſuivante, dans ſa premiere poſition, & il s'y fixe de lui-même dès que la mer ſuffiſamment baiſſée fait que le ponton l'abandonne. Quoique cette manœuvre

ſoit d'uſage à Breſt, je crois que, tout bien conſidéré, un pont tournant doit lui être préféré.

Ce que l'on vient d'expoſer pour la conſtruction de la forme précédente pouvant s'appliquer en partie à celles dont nous avons parlé dans la premiere ſection, il ſera aiſé, au beſoin, de dreſſer un devis qui leur appartienne; ainſi je crois être diſpenſé d'entrer dans le même détail à leur égard, en ayant aſſez dit dans le volume précédent pour ne rien laiſſer à deſirer ſur ce genre de travail.

Expoſé des difficultés qu'on rencontreroit dans les ports de la Méditerranée, ſi l'on y conſtruiſoit des formes pour les vaiſſeaux du premier rang.

903. Quand les formes ſont à l'uſage des galeres, dix pieds d'eau ſuffiſant pour les y faire entrer & ſortir, on ne trouve pas de difficulté inſurmontable à les fonder; mais il n'en ſeroit pas de même ſi l'on entreprenoit d'en établir dans les ports de la Méditerranée pour les vaiſſeaux du premier rang, parce qu'il faudroit que la plate-forme fût au moins de vingt pieds au-deſſous du niveau de la mer, ce qui exigeroit une fouille d'environ vingt-quatre pieds de profondeur pour aſſeoir la fondation. Cependant l'exécution n'en ſeroit peut-être point impoſſible, malgré la grande quantité d'eau qu'on auroit à épuiſer pour n'être point ſubmergé dans le tems du travail; mais comment parvenir à rendre enſuite les portes de l'écluſe aſſez étanches pour qu'elles ne fourniſſent pas plus d'eau qu'on n'en pourra épuiſer continuellement?

La mer étant toujours ici à peu près à la même hauteur, il ne ſera pas poſſible de les garnir de friſe par le bas, ſans parler des ſources qui pénétreront de toute part; il eſt vrai que pour les éviter, on peut conſtruire le fond & les côtés de la forme avec les mêmes précautions que nous avons dit, dans la Science des Ingénieurs, qu'il falloit apporter pour une citerne que l'on veut préſerver de l'action des eaux étrangeres: encore n'oſeroit-on ſe promettre de parvenir jamais à maintenir cette forme à ſec. Un autre déſavantage d'une pareille forme, ſeroit d'être obligé de la vuider toutes les fois qu'on y auroit fait entrer un navire, auſſi bien pour un petit que pour le plus gros. Il eſt vrai que c'eſt le cas où ſe trouvent les formes des galeres, avec cette différence que leur largeur & profondeur n'étant que moitié de celle de la précédente, le travail ſe trouve réduit au quart ſeulement.

Nouvelle maniere de forme projettée par plu-

904. Voulant éviter ces inconvéniens, il y a long-tems que l'on a propoſé de conſtruire des formes dont le fond fût ſupérieur d'un pied aux plus hautes marées, en les faiſant précéder

chacune d'un baſſin de la juſte grandeur du plus fort vaiſſeau, & en conſtruiſant à ſon entrée une écluſe qui eût ſes portes, ſes bajoyers & le revêtement des ailes intérieures auſſi élevés au-deſſus du rez-de-chauſſée que le pourtour de la forme, afin de pouvoir exécuter la manœuvre ſuivante. Pour en mieux juger, on peut conſidérer ſur la planche XXX, la double forme de Rochefort, dont la ſupérieure ſera priſe pour celle dont nous parlons, & l'autre pour le baſſin qui doit l'accompagner, en faiſant abſtraction de ſes banquettes.

ſieurs ingénieurs pour les ports de la Méditerranée.

Ayant fait entrer un vaiſſeau dans le baſſin, & fermé enſuite les portes de l'écluſe, on ſe ſerviroit de machines hydrauliques diſpoſées convenablement pour élever l'eau de la mer, afin d'en remplir le baſſin & la forme; alors le navire montant à meſure, on le fera paſſer dans la forme qu'on mettra enſuite à ſec, en laiſſant écouler, par des pertuis-à-vannes ménagés exprès, toute l'eau qu'on aura élevé. Lorſque ce navire ſera radoubé ou qu'on en aura conſtruit un à neuf, on remplira tout de nouveau le baſſin & la forme pour le faire paſſer dans le premier & de-là à la mer, en donnant de l'écoulement aux eaux qu'on aura élevées, pour remettre les choſes dans leur état naturel, afin de pouvoir ouvrir l'écluſe. Il n'eſt pas beſoin de dire que le buſc des portes de cette écluſe doit regarder le côté d'amont, comme aux ſas des canaux de navigation, avec cette différence ſeulement qu'on ne ſuppoſe point d'autre porte ſituée à l'entrée de la forme, à moins qu'on n'en vueille encore une pour conſerver l'eau qu'elle contiendra, afin de s'en ſervir pour faciliter l'introduction d'un nouveau navire qu'on voudroit mettre en radoub : par ce moyen on diminueroit de moitié la quantité de celle qu'il faudroit élever pour une nouvelle opération.

Inconvénient inſéparable des formes précédentes.

¥ 905. Cette maniere de forme coûteroit prodigieuſement à conſtruire, à cauſe de la profondeur du baſſin, qui auroit au moins 40 pieds, ſans parler du travail extraordinaire qu'exigeroit l'eau qu'il faudroit y élever à la hauteur de 20 pieds pour les deux opérations précédentes; au lieu que la forme dont nous avons parlé d'abord n'en demande qu'une pour la vuider, ſur une profondeur moyenne d'environ dix pieds, & ſur une étendue qui n'eſt que moitié de la précédente; ce qui réduit le volume de l'eau au quart ſeulement. L'unique avantage qu'on tireroit d'une forme précédée d'un baſſin, ſeroit d'y travailler parfaitement à ſec tout le tems qu'un vaiſſeau ſeroit ſur le chantier; mais l'on avouera que ce ſeroit le payer bien cherement.

Cas où cette forme pourroit avoir lieu d'une maniere moins incommode.

906. Il y a cependant un cas où il paroît d'abord que cette forme mériteroit la dépenſe de ſon exécution; c'eſt celui où l'on pourroit amener par un aqueduc élevé ſur des arcades les eaux d'un réſervoir à portée de là, placé à une hauteur convenable & entretenu par les ſources d'un pays montueux. Autrement ſeroit-il raiſonnable d'élever avec des frais immenſes celles de la mer, toutes les fois qu'on ſera dans le cas de remplir la forme, à moins que par un heureux haſard, il ne ſe rencontrât une petite riviere à peu de diſtance, dont le courant pourroit donner le mouvement à une machine? Encore cette méchanique deviendroit-elle inutile par une difficulté qu'on peut regarder comme invincible: elle naît de l'énorme hauteur des venteaux de l'écluſe, qu'il faudroit faire au moins de 40 pieds ſur environ trente de largeur chacun, pour un paſſage de 50 pieds; ce qui les rendroit par conſéquent d'une peſanteur extraordinaire.

Le plus grand défaut de la même forme ſeroit d'avoir des portes ſi hautes qu'il ne ſeroit pas poſſible de les manœuvrer.

907. Il eſt vrai que la mer contrebalancera ſur la hauteur de vingt pieds la pouſſée de celle de quarante, & que par conſéquent l'effective ſera exprimée par la différence du quarré d'un au quarré de deux, qui eſt trois: d'où il réſulte qu'elle ſera triple de celle qu'ont à ſoutenir les portes des formes ordinaires conſtruites aux ports de l'Océan. Comme on a bien de la peine à manœuvrer ces dernieres, comment parviendroit-on à faire mouvoir les précédentes, ſi leur charpente étoit proportionnée à leur hauteur & à l'effort qu'elles auront à ſoutenir? Ainſi ce projet examiné ſérieuſement, fait voir qu'il a été imaginé par des perſonnes qui connoiſſoient peu la manœuvre des écluſes, & ce qui pouvoit être raiſonnablement praticable ou non.

Dans les ports de la Méditerranée, les cales ſont préférables aux formes pour la conſtruction & le radoub des grands navires.

908. Voilà les principales raiſons qui font que dans la Méditerranée on ſe contente de faire ſimplement des cales pour la conſtruction & le radoub des navires, comme on l'a expliqué dans les articles 856 & 857. On en établit auſſi dans les ports de l'Océan, mais avec plus de facilité que dans ceux où la mer n'a point de flux & reflux; il s'en voit de fort belles à Breſt, d'où j'ai déduit les maximes ſuivantes.

Quand on veut établir pluſieurs cales rangées ſur un même alignement, il faut obſerver de laiſſer entre elles un intervalle de dix à douze toiſes, afin qu'il reſte des places commodes pour les atteliers. Le corps du maſſif de maçonnerie dont chaque cale ſera compoſée aura trente toiſes de longueur ſur quatre de largeur, avec une pente conforme à l'article 857; les

rampes qui accompagneront ces cales à droite & à gauche, doivent être évasées par le bas, afin d'avoir plus de facilité à introduire les vaisseaux sur la cale, ou à les faire passer à la mer; pour cela ces rampes auront six toises d'intervalle par le haut, & douze par en bas.

Maniere de construire des cales de charpente, comme il s'en rencontre dans les Pays-Bas.

✓ 909. On fait aussi des cales de charpente, telles qu'il y en avoit autrefois à Dunkerque dans l'arsenal de la marine, comme on en peut juger en considérant le plan de cette place, sur lequel on les verra compriſes entre l'écluse 45 & la forme 42. Pour les construire, on commence par donner au terrein qu'elles doivent occuper, une profondeur & une pente convenables; on enfonce des pilots sur toute son étendue pour l'affermir contre la charge qu'il doit soutenir, principalement à l'endroit où reposera la quille du navire; sur ces pilots on établit un grillage dont les compartimens se rempliſſent de terre glaise bien battue, ou de maçonnerie de brique avec mortier de ciment; après quoi on le couvre d'un plancher traversé à l'endroit du prolongement du chantier par des rouleaux tournans sur des palliers, afin de soulager le frottement des vaisseaux qui doivent y passer. Pour conserver le pied de ces cales aussi bien que celui des autres faites en maçonnerie, on construit une risberme de fascinage chargée de pierres, afin d'empêcher que le mouvement de la mer ne les dégrade. Pour la même raison, l'on enfonce des files de palplanches & l'on fait des corrois de terre glaise par-tout où on les juge nécessaires. Au reste je n'entre pas dans un plus grand détail sur la construction des cales en général, laissant à la prudence de ceux qui feront dans le cas d'en exécuter, de se conduire selon les circonstances du local.

Description des fosses aux mâts, exécutées à Rochefort.

✓ 910. Ne voulant rien omettre de tout ce qui a rapport au sujet que je traite dans ce troisieme livre, il ne sera point inutile de faire mention des fosses qui se font dans les ports de mer pour tenir au fond de l'eau les mâts provisionnels, afin de les mieux conserver: comme celles que l'on voit à Rochefort passent pour être très-bien entendues, en voici le détail.

Elles sont au nombre de quatre, deux grandes & deux autres plus petites, situées le long de la rive gauche de la Charente, avec laquelle elles communiquent par des canaux; les premieres se trouvent disposées parallelement l'une à l'autre à la distance de huit toises; elles ont chacune deux cens soixante-quinze toises de longueur sur dix de largeur, & quatre pieds de profondeur d'eau; chaque extrêmité de ces fosses est fermée par la vanne

d'une petite écluſe de cinq pieds de largeur dont les ailes ont neuf toiſes de long, afin de pouvoir leur donner beaucoup d'évaſement du côté de l'entrée pour faciliter celle des mâts qu'on y amene, en les faiſant flotter ſur la riviere & les canaux.

Les deux autres foſſes, placées à peu près ſur le prolongement des précédentes, n'ont chacune que deux cens toiſes de longueur; elles ſe joignent d'un côté ſeulement par une contiguïté en portion de cercle, qui a fait donner le nom de fer à cheval au terrein qu'elles embraſſent par leur contour; ainſi elles n'ont enſemble que deux entrées fermées auſſi par de petites écluſes.

Comme la riviere, de même que les canaux y affluans, participe en cet endroit du flux & reflux de la mer, on voit qu'on a la liberté de retenir ou d'évacuer l'eau des quatre foſſes moyennant les écluſes précédentes.

Maniere de maintenir au fond de l'eau les mâts proviſionnels qu'on veut conſerver. Pl. XXX. *Fig. 5 & 6.*

911. Pour maintenir toujours les mâts plongés dans l'eau & ne pas leur laiſſer la liberté de flotter, on a fondé de diſtance en diſtance, ſur la largeur ABCD de chacune des foſſes, au-deſſous de leur lit BC, des murs EBCF qui les traverſent à 30 pieds d'intervalle les uns des autres. Ces murs ont 7 pieds de hauteur ſur ſix d'épaiſſeur, & ſervent à enclaver par le bas une piece de bois GH nommée *corps mort*, de cinquante-ſix pieds de long ſur quinze pouces d'équarriſſage, laquelle eſt embraſſée de chaque côté par cinq montans K coëffés d'un chapeau I, formant enſemble autant de chevalets IKK, fig. 6; leur uſage eſt d'aſſujettir les mâts L au fond de l'eau, à l'aide de pluſieurs rangs de poutrelles M dont on les charge & qui ſont elles-mêmes contraintes d'y reſter plongées moyennant une piece de charpente N nommée *clef*, qui traverſe les deux montans K de chaque chevalet, percés pour cet effet de mortoiſes O. Je crois qu'en voilà aſſez pour qu'avec les ſecours des figures, on puiſſe exécuter tout ce qui appartient à ces ſortes de foſſes.

CHAPITRE

CHAPITRE XIII.

De la maniere de faire uſage du cours des eaux dans les opérations de la guerre des ſieges & de campagne.

912. QUAND on lit l'hiſtoire des guerres qu'ont eſſuyé les pays-bas, on ne peut voir ſans étonnement le merveilleux uſage qu'on y a fait des écluſes, & combien on peut tirer de reſſources du cours des eaux pour arrêter le progrès d'un ennemi qui cherche à ſe prévaloir de ſes avantages. Ce ſujet mérite toute l'application, non ſeulementt des ingénieurs attachés aux fortifications, mais auſſi des officiers ſupérieurs qui peuvent ſe trouver chargés d'une opération importante. C'eſt dans le deſſein de le traiter avec méthode que je l'ai diviſé en trois ſections. La premiere, qui ſert d'introduction aux deux autres, comprend la deſcription de quelques écluſes propres à former des inondations, appliquées enſuite à la défenſe dont Menin étoit capable avant ſa démolition ; la ſeconde, l'art d'employer le cours des eaux dans la guerre offenſive & défenſive, accompagné d'un nombre d'exemples inſtructifs ſur ce qui s'eſt paſſé de plus mémorable à leur occaſion ; la troiſieme contient des maximes ſur la meilleure façon de défendre les places par le jeu des mines & des eaux.

Utilité de ce chapitre pour les ingénieurs & les officiers généraux.

SECTION PREMIERE.

Où l'on décrit quelques écluſes propres à former des inondations, appliquées à la défenſe de Menin avant ſa démolition.

Ne voulant rien laiſſer à deſirer de tout ce qui peut donner une parfaite intelligence de ce chapitre, je vais commencer par décrire quelques écluſes propres à cauſer de grandes inondations ; il eſt vrai que j'en ai déja fait mention dans l'article 544, en parlant de l'écluſe de la citadelle de Valenciennes, qu'on feroit bien d'examiner de nouveau ; mais comme celles dont il va être queſtion ſe ferment avec des poutrelles, qui ſont plus con-

venables que les vannes dans bien des cas, & que d'ailleurs cette premiere section comprend des particularités dont il étoit bon de donner connoissance, je crois qu'elle ne pourra que remplir utilement son objet.

Description d'une des plus belles écluses de la fortification de Metz, pour former des inondations.

913. Entre plusieurs belles écluses qui font partie de la fortification de Metz, celle qu'on voit développée sur la planche XXXI, passe pour la plus digne d'attention. En effet, je n'en ai point vu de construites avec plus d'art & de solidité, & c'est le caractere propre de tous les travaux de cette magnifique place. Pour juger de l'utilité de cette écluse, on saura qu'elle est précédée d'une premiere qu'on nomme *Desarets*, par où passe la riviere de Seille, en entrant dans les fossés de la ville; de sorte qu'elle sert de seconde retenue à cette riviere pour suppléer au défaut de la premiere qui cause la grande inondation, afin de l'assurer contre tout accident; il y en a d'autant moins à craindre, qu'on en a usé de même pour le second bras de la Seille qui entre dans la ville, aussi-bien que pour le troisieme qui va se jetter dans la Mozelle.

Pl. XXXI.

Il étoit bien raisonnable de prendre autant de précautions pour la sûreté d'une inondation qui s'étend à une lieue & demie de la place, dont elle couvre plus de trois fronts collatéraux, comme on en a jugé par l'épreuve faite en l'année 1733; on peut d'autant plus compter sur cette inondation, qu'il ne seroit pas possible à l'ennemi de parvenir jamais à la saigner, étant bornée par des collines qu'on entreprendroit en vain de creuser pour cela, & c'est tout ce que l'on peut desirer.

Cette écluse est divisée en quatre passages, chacun de dix pieds de largeur, formés par trois piles élevées de seize pieds au-dessus du radier, lequel est supérieur de six pieds au lit de la riviere, le tout faisant ensemble vingt-deux pieds de hauteur, dont il y en a vingt chargés d'eau quand l'inondation est complette.

Raison qui a engagé d'élever le radier de cette écluse au dessus du lit de la riviere.

914. La raison qui a obligé d'élever ainsi le radier, c'est afin de conserver en tout tems un point d'eau fixe aux moulins renfermés dans la ville: autrement on l'auroit placé au niveau de la riviere, comme on l'a fait à l'écluse nommée Desarets. Cependant pour avoir au besoin la liberté de mettre le fossé de la place à sec, on a ménagé sous chaque bajoyer un aqueduc ayant son entrée en E, qui répond aux rigoles EF fermées par deux vannes que l'on manœuvre de dessus les plate-formes des mêmes bajoyers. Au surplus, le relief qu'a le radier cause un bon effet pour la solidité de l'écluse, parce qu'il fait que les piles ne sou-

tiennent guere que la moitié de la pouſſée de l'eau dont elles ſeroient chargées, ſi elles avoient toute la hauteur de la retenue, comme à celle Deſarets, qui eſt ſemblable à celle-ci, ayant de même quarante pieds de paſſage. Les piles ont trente-ſix pieds de longueur, y compris leur avant & arriere bec, & neuf pieds d'épaiſſeur avec double couliſſe S, pour donner lieu à deux rangs de poutrelles Q, R : on les loge à l'aide de cordes & de mains de fer en maniere de crampons attachés ſur chacune de leurs faces verticales & oppoſées à dix-huit pouces des extrêmités ; ces poutrelles, poſées de champ, ſont de bois de chêne ayant douze ſur neuf pouces d'équarriſſage ; on les dépoſe à couvert dans un ſouterrein à l'épreuve de la bombe, pour les employer au beſoin. Cette écluſe ayant été établie ſur un bon fond, on a été diſpenſé de la piloter & même d'y faire un grillage ; mais comme il importoit extrêmement de bien garantir la fondation de l'effet préjudiciable des eaux, qui auroient cherché à pénétrer par deſſous lorſqu'elles ſont ſoutenues à leur plus haute élévation, on en a aſſuré les bords par des files de palplanches M repréſentées aux figures 3 & 5, & mieux encore dans la premiere & la ſeconde ſervant à développer par un profil & un bout de plan la risberme XY que l'on a fait du côté de la retenue des eaux. Pl. XXXI.

915. Pour juger du ſoin avec lequel ce travail a été exécuté vu ſon importance, on ſaura, 1°. que l'on a prolongé de ſix pieds la fondation au-delà du parement Z, formant le relief du radier. 2°. Que cette risberme a été appuyée contre les palplanches M de ſix ſur douze pouces, enclavées entre deux ventrieres K de huit à neuf, ſoutenues par des pilots L de même équarriſſage. 3°. Que ces ventrieres ſont liées à des clefs ou traverſines N de douze pieds de long qui croiſent & encaſtrent un cours de longrines O, l'une & l'autre ayant encore huit à 9 pouces ; enfin que toute cette charpente, bien enclavée dans la maçonnerie, a été enſuite couverte d'un plancher H de trois pouces, retenu par un linteau G taillé en chamfrain.

Conſtruction de la berme qui garantit la fondation de la même écluſe du côté de la retenue des eaux.

A l'égard du bord extérieur D de la fondation, on voit que ſans y faire de risberme, on s'eſt contenté d'augmenter de trois pieds ſon épaiſſeur, ſur une largeur de dix, pour enclaver les clefs qui retiennent les ventrieres de la file de palplanches, recouvertes, ainſi que les ventrieres, par un cours de madriers D.

Je paſſe ſous ſilence ce qui a été ſuivi dans la conſtruction du reſte de l'ouvrage, ne comprenant rien qui n'ait été enſeigné

dans le premier volume. Je dirai ſeulement que le radier pavé de pierres de taille a un glacis TV qui ſuit la courbure d'une cicloïde pour lui donner plus de grace & porter en douceur les eaux au loin, afin qu'elles ne faſſent point d'affouillemens au pied de la chûte.

Il faut proportionner la largeur des écluſes à la quantité d'eau qu'on eſtime devoir y paſſer dans les plus grandes crues.

916. On ſent bien que la largeur de ces ſortes d'écluſes placées ſur une riviere, ſe proportionne à la plus grande quantité d'eau qui doit y paſſer, & que c'eſt là-deſſus qu'on détermine le nombre des paſſages, par conſéquent celui des piles qui n'ont même point lieu lorſque la largeur n'excede pas douze pieds, parce qu'alors les deux bajoyers ſuffiſent en y ménageant des doubles couliſſes, comme ici, pour avoir deux cloiſons au lieu d'une, & aſſurer davantage la retenue que cauſe la premiere, dont le poids de l'eau ſe trouve ſoulagé par la hauteur de celle que ſoutient la ſeconde, comme on l'a expliqué article 139. Quant à la hauteur des mêmes écluſes au-deſſus du radier, il ſuffit qu'elle ſurmonte d'environ deux pieds celle des plus hautes eaux où l'inondation pourra monter.

Avantage des poutrelles, préférables aux vannes, pour les écluſes deſtinées aux fortifications.

917. Pour dire un mot du bon uſage des poutrelles, elles ont cela de commode, qu'en augmentant ou diminuant leur nombre, on ſoutient l'inondation à la hauteur que l'on veut: ce que quatre hommes peuvent faire par une manœuvre des plus ſimples, parce que la pouſſée de l'eau n'agit jamais qu'à l'endroit de ſon niveau ſur la poutrelle qu'ils tiennent; ainſi il leur eſt indifférent que la retenue ſoit forte ou non, au lieu qu'il n'en eſt pas de même d'une vanne, parce qu'elle ſoutient la pouſſée totale. Auſſi a-t-on vu dans les articles 555 & 556, qu'on ne pouvoit l'élever tant ſoit peu ſans le ſecours d'un appareil de machines toujours expoſé à être détruit par le canon ou les bombes, à quoi les poutrelles ſont bien moins ſujettes; d'ailleurs les accidens qui peuvent leur arriver ſont aiſés à réparer ſur le champ.

Deſcription de la porte d'eau de l'entrée de la Seille dans Metz.

918. Ce ſont toutes ces raiſons qui font que l'on emploie aujourd'hui cette maniere de fermer les écluſes deſtinées aux inondations par préférence aux autres, même à celles qui ſont renfermées dans les villes, comme on le voit à Metz, à la ſeconde retenue du bras de la Seille qui traverſe cette place. Comme il lui falloit environ vingt-quatre pieds de paſſage ſous le rempart, on y en a fait deux contigus, chacun de douze pieds, ſéparés par une pile qui en a neuf d'épaiſſeur, & dix-huit toiſes de longueur, dont dix, pour la largeur du rempart, ſervent à porter les

deux voûtes de quinze pieds de hauteur ſous clef qui couvrent les paſſages. Quant aux huit toiſes reſtantes & qui répondent à l'intérieur de la place, elles forment, avec le revêtement des quais ſervant de bajoyers, l'écluſe dont il s'agit, qui a par conſéquent deux paſſages chacun de douze pieds ſur vingt de hauteur au-deſſus du radier, pour répondre à celle des eaux de la Seille quand l'inondation eſt complette.

919. Les faces de la pile & des bajoyers ſont accompagnées de couliſſes pour placer au beſoin trois cloiſons de poutrelles, afin de mieux aſſurer cette retenue. Je paſſe ſous ſilence que pour la ſûreté de la place, chacun de ces paſſages ſe ferme avec une grille ou porte d'eau couverte par un bâtiment élevé ſur le rempart; ces grilles ſont ſuſpendues à des aiguilles taillées en vis que l'on fait monter ou deſcendre moyennant des écrous ſervant de noyaux à un moulinet horiſontal qui fournit des leviers à la puiſſance.

Il faut ménager des couliſſes pour faire plutôt trois rangées de poutrelles que deux, afin d'aſſurer la retenue des eaux.

920. On obſervera que les portes d'eau ſemblables à la précédente n'ont guere lieu que pour les moyennes rivieres qui paſſent dans les villes de guerre, & que quand elles ſont fort larges, on profite des ponts de pierre qui les traverſent dans l'intérieur de la place, pour retenir les eaux qui doivent cauſer l'inondation. Pour cela, on ferme au beſoin chaque arche par une ou pluſieurs vannes contiguës, comme au pont de la haute Mozelle à Metz, ou bien par des poutrelles, comme on l'a pratiqué à Sedan au pont de la Meuſe, dont je ferai une mention particuliere ſur la fin du quatrieme livre, en parlant de la conſtruction des ponts en général. On trouvera auſſi dans le même livre quelques autres écluſes propres à faciliter la navigation des petites rivieres & dont on peut faire encore un fort bon uſage pour former des inondations; c'eſt pourquoi j'y renvoie plutôt que de les décrire ici, de crainte de me trop diſtraire de mon objet préſent.

On ſe ſert très-utilement des ponts de pierre qui ſont dans l'intérieur des villes de guerre pour cauſer des inondations.

Comme, excepté les ingénieurs, nombre de perſonnes n'ont qu'une idée confuſe de l'uſage qu'on peut faire des écluſes propres à la défenſe des places, voici un exemple de ce que l'on pouvoit exécuter pour celle de Menin avant ſa démolition.

921. Pour plus d'intelligence, il faut être prévenu, 1°. que la riviere de Lis entroit dans Menin en paſſant ſous le rempart A, où étoit une écluſe, pour en arrêter le cours quand on vouloit. 2°. Qu'après avoir parcouru l'eſpace AES, elle avoit deux ſorties, l'une en D & l'autre en F, où ſe trouvoient auſſi des

Exemple tiré de la ville de Menin, pour montrer comment ſe forment les inon-

dations deſtinées à la défenſe des places. écluſes. 3°. Qu'il y avoit un pont à deux arches T. 4°. Des batardeaux de maçonnerie aux endroits N,L,K,Z,P,G. 5°. Que dans le foſſé du front qui regarde le nord, naturellement à ſec à cauſe de l'élévation du terrein, il ſe trouvoit un autre foſſé ou canal LMN, aſſez profond pour y faire paſſer une partie des eaux de la riviere.

Pl. XXXII.

Cela poſé, l'on voit qu'en fermant la premiere écluſe A, auſſi bien que celle des batardeaux LK, la riviere formoit la grande inondation ſoutenue par la chauſſée d'Halvin C, & par la digue B qui la ſéparoit du foſſé de la place, bornée d'ailleurs de droite & de gauche par les côteaux voiſins: ce qui s'entend aſſez pour n'avoir pas beſoin d'en dire davantage. On obſervera ſeulement que l'entrée des eaux dans la ville étoit couverte par la piece I, comme cela ſe pratique ordinairement, & que cette entrée, de même que les ſorties, ſe fermoient pendant la nuit avec une grille tenant lieu de porte d'eau, pour la ſûreté de la place, telle qu'on en voit une devéloppée ſur la planche XXI, relative à l'article 264 du premier volume.

Seconde inondation qui avoit encore lieu à Menin.

922. Pour former la ſeconde inondation, qui ne pouvoit avoir lieu qu'avant la précédente, on fermoit l'écluſe F de même que l'extérieure H, & on laiſſoit ouverte les deux autres A & D. Alors la riviere forcée de paſſer par le foſſé DVTX, ſe débordoit ſur la prairie qui regarde l'eſt, parce qu'elle étoit retenue par les batardeaux G, le bout de la digue Z B & l'écluſe H, ſans que les eaux puſſent ſe répandre dans la baſſe Lis, dont la rive droite avoit été élevée exprès pour les ſoutenir. Ainſi tant que l'écluſe F reſtoit fermée, la riviere ne pouvoit ſuivre ſon cours naturel dans ſa partie d'aval qu'en ouvrant l'écluſe H. On pouvoit encore inonder le terrein où coule le ruiſſeau de Guelves, qui ſe déchargeoit par le rameau YQ dans le foſſé de la place; pour cela il ſuffiſoit de fermer une petite écluſe Q placée dans le chemin couvert.

De quelle maniere on pouvoit faire circuler l'eau autour de la même place.

923. A l'égard du cours des eaux dans le foſſé de la double couronne, pour concourir à ſa défenſe en y donnant des chaſſes, on voit que fermant l'écluſe A afin de ſoutenir la riviere du côté d'amont, il ſuffiſoit d'ouvrir celle du batardeau L qui rempliſſoit le foſſé LMN, que l'on pouvoit enſuite mettre à ſec en la refermant & en ouvrant les autres des batardeaux N & P pour laiſſer aux eaux la liberté de paſſer dans la partie d'aval R de la Lis, afin de recommencer la même manœuvre. On obſervera qu'on pouvoit de même groſſir ou évacuer l'eau du foſſé KZ,

à l'aide des écluſes ménagées dans les batardeaux K & Z, par conſéquent la faire circuler autour de l'enceinte. J'ajouterai que pour bien entendre la méchanique de toutes ces petites écluſes, il ſeroit bon de relire le chapitre relatif à l'article 565.

Il réſulte de cette expoſé, que les inondations précédentes mettant à couvert les deux fronts de la place qui regardoient l'eſt & l'oueſt, M. de Vauban ſe crut diſpenſé d'y conſtruire des ouvrages extérieurs, & ne s'attacha qu'à bien fortifier les autres, principalement le côté du nord, parce que le terrein offroit à l'ennemi plus de facilité qu'ailleurs pour la conduite des attaques; c'eſt pourquoi ſon deſſein étoit de le rendre encore plus reſpectable, en propoſant d'y faire l'ouvrage à corne que l'on voit ponctué, dont les deux demi-baſtions ſont marqués Aa, Bb.

SECTION II.

Comprenant l'art de faire uſage des eaux dans la guerre offenſive & défenſive, accompagné d'un nombre d'exemples mémorables où l'on s'en eſt ſervi avec ſuccès.

924. Si l'on remonte à l'ancien eſprit de la fortification, qui étoit de mettre un petit nombre d'hommes en état de ſoutenir pendant long-tems les efforts des plus puiſſantes armées, on ſentira tout l'avantage que l'on peut tirer du bon emploi des eaux pour la défenſe d'une contreſcarpe; mais il faut que les pieces qui doivent la protéger ſoient diſpoſées en conſéquence, afin que les communications avec le corps de la place, auſſi bien que le jeu des écluſes, ne puiſſent jamais être interrompus, & qu'il y ait de part & d'autre un concert réciproque. Comme cette maxime eſt inconteſtable, n'a-t-on pas lieu d'être ſurpris qu'aucun des auteurs qui ont écrit ſur la fortification, n'ait mis nulle différence dans la maniere de fortifier les dehors des places qui auroient des rivieres à leur diſpoſition, pour en inonder les foſſés, d'avec celles qui les ayant toujours à ſec, exigent un autre ſyſtême de défenſe, relatif à la nature du terrein & aux manœuvres d'une garniſon vigoureuſe?

Il faut fortifier les places de guerre relativement à la nature du terrein. On tire peu de connoiſſances ſur ce ſujet, des auteurs qui ont écrit ſur la fortification.

925. On convient que pour devenir bon architecte, il faut voyager en Italie, afin de s'y former le goût ſur les précieux reſtes des monumens antiques; de même on ne peut avoir des idées ſupérieures ſur la fortification & la traiter convenablement à toutes les combinaiſons de défenſe dont elle peut être ſuſcep-

Avantage que l'on peut tirer de l'examen des places fortes de l'Europe, pour

acquérir des idées supérieures sur la fortification.

tible selon les lieux, qu'en parcourant les places fortes de l'Europe, pour étudier ce qu'elles ont de plus digne de remarque, relativement à ce qui s'eſt paſſé d'eſſentiel dans les ſieges qu'elles ont eſſuyés : au lieu qu'on ne trouve dans les livres que des regles communes, qui ne ſont, à le bien prendre, qu'une répétition de ce qui a été dit par ceux qui en ont écrit les premiers. Cependant la maniere d'attaquer les places ayant fait depuis le commencement de ce ſiecle un progrès extraordinaire, tandis que la défenſe paroît être reſtée en arriere, les choſes ne peuvent rentrer dans leur ancien équilibre qu'en fortifiant en conſéquence, ſans multiplier les dehors au point de ne pouvoir les ſoutenir qu'avec des armées entieres. La ſeule partie propre à la défenſe qui paroît avoir fait quelque progrès, eſt celle qui ſe tire du mouvement des eaux; cependant comme peu de perſonnes s'y appliquent, il eſt arrivé pluſieurs fois que faute de s'être fait une étude de ce genre de défenſe, ceux mêmes qui en devoient être les premieres mobiles, n'ont pas ſu en faire uſage, comme on l'a remarqué dans nombre de ſieges, entr'autres à celui de Tournay, en 1709.

Faute de connoître le bon uſage qu'on pouvoit faire des eaux, nombre de places aſſiégées ſe ſont mal défendues. Exemple tiré de Tournay, en 1709.

926. Si l'on s'en rapporte aux mémoires de M. de Feuquieres (tome IV.) il y a peu d'exemples où la négligence pour tout ce qui peut concourir à la défenſe d'une place, ait été portée plus loin que dans celle-ci, ſur-tout de la part du bon uſage qu'on pouvoit faire des eaux. Cet excellent critique des officiers généraux de ſon tems, prétend que ſi M. de Surville, qui commandoit dans cette place, l'avoit mieux connu, il auroit, en ſoutenant les eaux de l'Eſcaut beaucoup plus haut qu'elles ne l'étoient, ôté aux ennemis la facilité de conduire trois attaques à leur gré pour partager la garniſon, parce qu'en faiſant des coupures dans la chauſſée de la porte de Valenciennes, l'inondation ſe fût étendue juſques vis-à-vis le baſtion d'Antoin : que par-là l'attaque du front de cette porte fût devenu impraticable, & l'ennemi eût été obligé de les réduire à deux ſeulement. Il ajoute, pour preuve de cet expoſé, que l'année ſuivante les ennemis ayant mieux connu Tournay, que ceux qui l'avoient défendu, y formerent une inondation qui ſe répandit ſur l'étendue de dix lieues de pays, de ſorte que dans S. Amand & Marchienne ſur la Scarpe, l'eau entroit dans les maiſons, & que Condé en fut fort incommodé.

Autres exemples tirés du

927. Quand M. le maréchal de Vauban fortifia Fribourg, il ménagea une écluſe ſous le pont de la porte S. Martin, pour donner

donner des chaſſes d'eau dans le foſſé de la place, afin d'en diſputer le paſſage le plus long-tems qu'il ſeroit poſſible, ce que nous avons éprouvé au ſiege de 1714; mais pourra-t-on croire qu'à celui de 1744, les aſſiégeans ont établi leur pont de faſcines au pied de la breche ſans recevoir aucune inquiétude de cette part, parce qu'apparemment les ingénieurs Autrichiens ont ignoré en dernier lieu les reſſources dont elle étoit capable? Ce défaut de connoiſſances, ſoit de la part de l'aſſiégé ou de l'aſſiégeant, vient de ce que l'on juge mal de la valeur des places; on ſe laiſſe frapper d'un front hériſſé d'ouvrages, ſans égard aux facilités qu'on aura de s'en rendre maître, ſi faute de communication ils ne ſont pas de vrais coupe-gorges pour l'aſſiégé, ou des meurtrieres en bute à toute l'artillerie de l'aſſiégeant. On regarde de même ſans attention les écluſes en général, ſurtout les petites pratiquées dans les batardeaux, parce qu'on n'apperçoit point les effets dont elles ſont capables: de-là vient que ſi l'on détermine les attaques ſans être inſtruit dans le détail, on reconnoît, mais trop tard, que le côté qui avoit paru le moins redoutable, eſt préciſément celui qui préſente le plus d'obſtacles: c'eſt de qu'oi l'on ne manque point d'exemples. Sans vouloir rien diminuer de la belle défenſe qu'a faite la garniſon d'Aire dans le cours du ſiége de 1710, on pourroit douter que cette place eût ſoutenu cinquante-un jours de tranchée ouverte, attaquée par toutes les forces des alliés, ſi les aſſiégeans ne s'étoient laiſſés ſéduire par la foibleſſe apparente du front répondant au château. Ils avoient pouſſé la tranchée aſſez près de la paliſſade, leur canon battoit la place depuis pluſieurs jours, lorſqu'ils furent obligés d'abandonner cette attaque, après y avoir perdu beaucoup de monde & de tems, à cauſe des eaux qu'on leur lâchoit continuellement, dès qu'ils furent arrivés au terme où il convenoit de les attendre, parce que juſques-là ils avoient ignoré tout le danger où ils étoient d'eſſuyer ce que pouvoit produire une écluſe qu'on n'appercevoit point.

ſiége de Fribourg en 1744, & de celui d'Aire en 1710. Importance de ſavoir bien juger du fort & du foible d'une place.

928. Nous nous ſommes trouvés à peu près dans le même cas en 1712 au ſiége de Douay, à l'attaque du front de la porte Saint-Eloi. Après avoir établi nos ponts ſur l'avant-foſſé pour l'aſſaut du chemin couvert, les ennemis attendirent le moment de l'expédition & qu'une partie de nos grenadiers eût paſſé de l'autre côté pour lâcher leurs eaux; elles rompirent ſubitement nos ponts, qui laiſſerent à la merci de l'ennemi ceux qui s'étoient

Accident arrivé au ſiége de Douay en 1712, pour n'avoir pas prévu les chaſſes d'eau que les aſſiégés pouvoient lâcher.

rendus ſur le glacis, où les plus heureux ne trouverent de ſalut qu'en repaſſant à la nage le même foſſé. On peut juger du déſordre où cet événement nous jetta; cependant on fit enſorte de le réparer en ſaignant les eaux qui avoient interrompu nos progrès, cette attaque s'étant trouvée trop avancée pour la diſcontinuer. Si un pareil événement eſt arrivé ſous la direction de ceux même qui avoient défendu cette place deux ans auparavant & qui devoient par conſéquent la bien connoître, à plus forte raiſon a-t-on lieu d'être en défiance contre les eaux, lorſqu'on fait la guerre dans un pays où l'on n'a pas le même avantage, ſur-tout quand on apperçoit des fronts qui paroiſſent n'avoir pas été fortifiés avec autant de ſoin que les autres : étant à préſumer que ſi dans certain côté de la place l'équilibre ſemble manquer, un aſſiégé bien inſtruit ſaura le faire régner au beſoin.

On peut auſſi former utilement des inondations dans la guerre de campagne & pour la défenſe d'un pays.

929. Ce n'eſt pas ſeulement dans la défenſe des places qu'on a employé l'art de diriger les eaux, on s'en eſt auſſi ſervi pour couvrir une armée en formant une ligne dont elle diminue la grande étendue des retranchemens, ou elle les rend d'un bien plus difficile accès. Quel ſecours n'en peut point tirer un habile général obligé de ſe tenir ſur la défenſive, mais qui ſait par la bonne diſpoſition qu'il aura choiſi, donner beaucoup d'inquiétude à l'ennemi & gagner du tems, d'où dépendent quelquefois les ſuccès les plus ineſpérés! On a vu même inonder des provinces entieres pour ſauver un pays : l'hiſtoire de Flandres en fournit des exemples qui méritent d'avoir place ici.

Fait mémorable arrivé à Leyde, aſſiégé par les Eſpagnols en 1574.

930. En l'année 1574, lors de la révolution de la Hollande, François Valdes, un des généraux de Philippe II, étoit occupé depuis quatre mois à faire le ſiége de Leyde; cette place n'avoit plus de vivres ni d'eſpoir de ſecours, lorſque ce général la fit ſommer de ſe rendre, qu'autrement il alloit la prendre d'aſſaut. Les magiſtrats répondirent *qu'ils ne manqueroient pas de vivres, tant que le bras gauche leur reſteroit, qu'ils mangeroient s'il étoit beſoin, ſe réſervant le droit pour défendre leur liberté.* Cependant la populace, preſſée par la faim, menaçoit de ſe révolter ſi l'on tardoit de capituler. Valdes, choqué d'une réponſe auſſi fiere & qui n'ignoroit pas l'émeute intérieure, crut devoir en profiter, en ordonnant à ſon armée de ſe tenir prête pour donner dans trois jours un aſſaut général; au lieu d'effectuer cette réſolution, il ſe rendit à la Haye pour y voir une dame dont il étoit amoureux. Ayant remarqué qu'elle ne le

recevoit pas avec le même accueil que de coutume, il lui en demanda la raiſon; elle répondit qu'il devoit s'en prendre à lui-même, ne pouvant enviſager, ſans un mortel effroi, le ſac qu'il ſe propoſoit de faire de Leyde, où elle alloit perdre un nombre de perſonnes qui lui étoient cheres. Valdes, pour rendre l'enjouement à ſa Cléopatre, lui promit qu'à ſa conſidération cette punition n'auroit pas lieu, & lui tint parole, ſe flattant que la famine contraindroit la place de ſe rendre ſans haſarder le ſang des ſiens. Dans ces circonſtances, les peuples du voiſinage, qui avoient tenté vainement juſques-là toutes ſortes de voies de la ſecourir, ayant appris qu'elle touchoit au moment de ſe rendre, prirent le parti de la ſauver par le moyen le plus étrange dont on ſe ſoit jamais aviſé.

Cette place eſt ſecourue par un étrange effet des inondations.

931. Pour en bien juger, on ſaura qu'indépendamment du Rhin qui paſſe au travers de Leyde, l'Iſſel & la Meuſe n'en ſont pas fort éloignés, que ces rivieres ſont contenues par des digues élevées anciennement pour empêcher que quand la mer enfle leurs eaux, elles ne ſe débordent dans la campagne dont elles excedent preſque toujours le niveau. Ce ſont ces fameuſes digues que les Hollandois ſe déterminerent à rompre, ſans ſe mettre en peine d'enſevelir ſous les eaux leurs propres héritages & tous les villages circonvoiſins : par cette terrible irruption, ils ſubmergerent le camp des Eſpagnols, firent naître un chemin à leurs vaiſſeaux qui étoient reſtés à quarante milles de la place, & lui apporterent un puiſſant ſecours de vivres & de ſoldats. Ainſi l'on vit ſubitement plus de cent cinquante navires armés en guerre chargés d'une grande quantité de bonnes troupes pourſuivre de toute part ſur cette nouvelle mer les aſſiégéans qui ſe ſauvoient à la nage, après avoir diſputé avec une bravoure plus qu'héroïque les endroits éminents où ils s'étoient refugiés, mais que les eaux qui alloient toujours en croiſſant les contraignoient d'abandonner. Je laiſſe à penſer quelle fut le déſeſpoir de Valdes d'avoir manqué par ſa faute la priſe de Leyde, alors ſi importante aux intérêts de l'Eſpagne, & perdu avec ſa réputation la plus grande partie de ſon armée, ſans parler de toute ſon artillerie qui reſta au pouvoir des ennemis.

Evénement pareil au précédent, arrivé en 1585, au ſiége d'Anvers, par Alexandre Farneſe.

932. Au fameux ſiege d'Anvers, entrepris en 1585 par Alexandre Farneſe, duc de Parme, les Hollandois tenterent de ſecourir cette place par une voie toute ſemblable à la précédente. Comme l'armée d'Eſpagne avoit barré l'Eſcaut par un pont en maniere d'eſtacade, pour empêcher les ennemis de remonter ce

fleuve jusqu'au port d'Anvers, ces derniers voyant que leurs confédérés n'avoient pu parvenir à rompre ce pont, prirent le parti de couper les digues du fleuve pour faire passer la mer dans le pays, & frayer par-là un chemin à leur flotte. Le duc de Parme qui avoit prévu ce dessein, & en conséquence fortifié ces digues par des forts placés de distance en distance, disputa ce nouveau passage avec tant de vigueur que les Hollandois, dont quelques vaisseaux cheminoient déja vers la ville, furent obligés d'abandonner leur entreprise après un combat le plus extraordinaire qui fût jamais. Comme les circonstances remarquables qui ont accompagné les actions de ce siége, qui a duré un an, ne peuvent être bien rendues que par le détail qu'en fait Strada dans son histoire des Guerres de Flandres, tome III, j'y renvoie.

Remarque sur la guerre de Hollande en 1672, à l'occasion des écluses de Muyden.

933. Peu de personnes lettrées ignorent qu'en 1672, lorsque Louis XIV porta la guerre en Hollande, cette république dut son salut au parti qu'elle prit d'arrêter par des inondations les succès du vainqueur. L'armée de France, qui s'étoit mise en possession en moins de trois mois de ses meilleures places, avoit poussé ses conquêtes jusqu'aux portes d'Amsterdam, par la prise de Naerden, à trois lieues de cette capitale, qui auroit ouvert ses portes au roi, si les François s'étoient emparés, comme ils le pouvoient, de Muyden, qui en est comme la clef. Etant maître de ce poste, on l'étoit aussi des écluses que nous avons décrites (art. 511), point essentiel pour prévenir le dommage qu'on en pouvoit recevoir. Cette expédition étoit d'autant plus aisée, que le prince d'Orange avoit négligé d'y mettre une garnison; mais Maurice de Nassau, qui en sentit toute l'importance, s'y étant rendu avec un corps de troupes, son premier soin fut d'ouvrir ces écluses pour laisser un libre passage à la mer, laquelle inonda sur le champ le pays, & arrêta par-là le progrès des armes de France.

La même année, le roi ayant pris Maestricht dans le mois de juin, avoit formé le dessein d'assiéger immédiatement après Bois-le-Duc & Breda; mais bien instruit que de vastes inondations rendoient ces places inaccessibles, il ne poussa pas plus loin les conquêtes de cette campagne. Je ne finirois pas, si je voulois rapporter tous les cas où les eaux ont servi à arrêter les progrès de ce monarque dans le cours de cette guerre, & les autres occasions mémorables où elles ont facilité à une petite garnison le moyen de soutenir un long siége, par l'avantage de ne faire face que d'un seul côté; au lieu que sans leur secours

l'ennemi ſe fût prévalu de la néceſſité où il auroit mis les aſſiégés de ſe partager.

On peut dans certains cas faire refluer les eaux d'une riviere pour prendre les places. Exemple tiré du ſiége de la Fere, par Henri IV en 1595.

934. Ce n'eſt pas ſeulement dans la guerre défenſive que les eaux peuvent être d'un grand ſecours, on peut auſſi s'en ſervir pour l'offenſive, en les faiſant refluer contre l'ennemi, & le contraindre par-là à ſubir la loi qu'on veut lui impoſer. Il eſt ſurprenant qu'on n'ait point tiré de cette maniere d'attaque tout le parti dont elle peut être ſuſceptible.

Dans le tems que la France étoit déchirée par la ligue, la ville de la Fere étoit une des plus échauffées contre le parti d'Henri IV, par les menées d'un nommé Colas, à qui les Eſpagnols en avoient donné le commandement. Cette place traverſée par la riviere d'Oiſe dans une prairie bordée de côteaux, paſſoit pour la plus forte de la Picardie, & ſe trouvoit la ſeule du royaume qui reſtoit à ſoumettre, ce qui engagea le roi en 1595 d'en faire le ſiége en perſonne. L'entrepriſe étoit difficile & paroiſſoit demander beaucoup de tems, parce qu'on ne pouvoit en approcher que par les chauſſées des portes de Notre-Dame & de Saint-Firmin, bien fortifiées par de bons dehors, ſans parler de la citadelle qui protégeoit encore cette derniere, répondant au côté qui paroiſſoit le plus acceſſible; car les autres ne l'étoient point, à cauſe des inondations qui s'étendoient fort loin, ſur-tout du côté du nord.

Il y avoit déja du tems que le roi avoit entamé ce ſiége & qu'on avoit dreſſé pluſieurs batteries qui n'opéroient pas grand'choſe, à cauſe de leur extrême éloignement de la place, ce qui en rendoit la priſe fort incertaine, ſur-tout dans une ſaiſon auſſi avancée qu'au mois de novembre où l'on étoit alors, lorſque ce prince, pour accélérer ſa conquête, eut recours à un moyen qui lui réuſſit.

Ayant choiſi à un quart de lieue au-deſſous de la ville l'endroit le plus étroit de la prairie, où ſa largeur d'environ trois cens cinquante toiſes eſt bornée de droite & de gauche par les côteaux répondant aux villages d'Andelin & de Bautor; il y fit faire une digue qui fut élevée à la fois par ſes deux extrémités, pour être conduite ſur une même ligne droite depuis les côteaux précédens juſqu'au bord de la riviere d'Oiſe qui paſſe dans le milieu de leur intervalle; lorſque cette digue fut achevée, on en joignit les deux bouts par un batardeau qui traverſoit la riviere. Alors arrêtée dans ſon cours, elle reflua juſques dans la ville, qu'elle inonda ſur la hauteur de pluſieurs pieds,

parce que les eaux ne pouvoient s'écouler par les côtés, étant barrées juſqu'aux éminences prochaines par les deux chauſſées dont nous avons parlé : ainſi l'inondation allant toujours en croiſſant, les aſſiégés ſe virent dans la néceſſité indiſpenſable de ſe rendre. Si l'on eût penſé plutôt à faire cette digue, qui ſubſiſte encore aujourd'hui preſque dans ſon entier, la priſe de la Fere eût été l'ouvrage de peu de jours, malgré la longue réſiſtance dont elle étoit capable d'ailleurs.

On conviendra qu'il y a un grand nombre de places dans la poſition que je viens de décrire, que l'on peut réduire par le même moyen ; j'en connois une entre autres des plus fortes de l'Europe, qui ſe trouveroit dans une ſituation bien fâcheuſe, ſi en cas de ſiege on lui coupoit ſa communication avec ſes dehors, en faiſant refluer la riviere qui coule entre-deux.

Autre exemple arrivé en 1673, au ſiége de Coewerden, par l'évêque de Munſter.

935. En l'année 1673, l'évêque de Munſter, allié de la France contre la Hollande, paſſa dans l'Over-Iſſel pour aſſiéger Coewerden; ne pouvant douter que les habitans qui avoient éprouvé toute la cruauté de ſes troupes quelque tems auparavant, ne pouſſaſſent la défenſe de leur ville auſſi loin qu'elle pouvoit aller, il eut recours à l'expédient précédent, eſpérant par-là s'en rendre maître à peu de frais. Il fit à travers la riviere de Vecht une forte digue qui alloit s'appuyer contre les éminences les plus prochaines, afin de contraindre les eaux de déborder dans la ville : cependant comme il avoit lieu de craindre que les ennemis ne vinſſent en force interrompre ce travail, il le fit ſoutenir par pluſieurs forts où il plaça une partie de ſes troupes. Ce terrible prélat s'applaudiſſoit déja du ſuccès prochain de ſon expédient, lorſqu'à la ſuite d'un orage, il ſurvint ſubitement une crue d'eau qui renverſa la digue avec les forts, noya les troupes qui les gardoient, & contraignit leur chef de ſe retirer dans un grand déſordre & d'abandonner ſon entrepriſe, laquelle n'échoua apparemment que parce que la digue n'avoit pas été travaillée avec aſſez de ſoin.

Une armée qui n'a point la ſupériorié du nombre & qui ſe trouve pourtant en état d'entreprendre un ſiége, ne peut-elle pas auſſi, dans certain cas, faire gonfler les eaux d'une ou pluſieurs rivieres, pour former des inondations capables par leur étendue de diminuer conſidérablement la circonvallation de la place qu'elle veut aſſiéger, & par-là ſe tenir plus en force contre les entrepriſes de l'ennemi ? Combien de fois cet expédient n'a-t-il pas été négligé dans des occaſions où il pouvoit avoir lieu ?

Je crois qu'il n'eſt pas beſoin de dire qu'il faut que les digues que l'on fera ſoient à l'abri de tout accident, & ſoutenues par de bons forts de campagne.

936. Quand on fait la guerre dans un pays aquatique, il exige bien de la circonſpection pour l'emplacement des quartiers d'hiver, de crainte d'expoſer les troupes à une perte inévitable, par les inondations que les ennemis peuvent former ſubitement, ſoit en coupant les digues qui retiennent les rivieres dans leur lit, ou en arrêtant leur cours pour les faire déborder. Faute de défiance, de grands capitaines y ont été ſurpris; on en jugera par cet exemple qui ne ſera point déplacé, puiſque c'eſt principalement pour le militaire que j'écris ce chapitre.

Attention ſur la poſition des troupes placées en quartier d'hiver, à l'occaſion des inondations qu'elles peuvent eſſuyer.

Après la reddition d'Anvers, le duc de Parme ayant diſtribué ſon armée dans ſes quartiers d'hiver, cinq mille hommes commandés par Bobadille, officier de grande réputation, eurent pour le leur l'iſle de Bommel, formée par la Meuſe & le Vahal qui l'environnent. Ces cinq mille hommes, l'élite des troupes Eſpagnoles, commençoient à ſe repoſer des fatigues d'un ſiége auſſi long & auſſi pénible, lorſqu'ils furent inopinément réduits à la plus grande extrêmité.

Exemple de ce qui eſt arrivé à celles d'Eſpagne en 1585.

Hollac, un des généraux Hollandois, homme entreprenant, qui cherchoit à ſe ſignaler par des coups d'éclat, ayant aſſemblé une flotte d'environ cent vaiſſeaux, ſe rendit par la Meuſe près de Bommel, coupa les digues qui garantiſſoient cette iſle, & la ſumergea tout à coup, de ſorte que Bobadille eut à peine le tems de faire paſſer la Meuſe à ſes troupes pour ſe réfugier dans le village d'Emple & les lieux d'alentour, mais elle n'y furent guere plus en ſûreté; comme le pays depuis Bommel juſqu'à Bois-le-Duc eſt fort bas, l'inondation devint bientôt générale; de ſorte que les Eſpagnoles ne purent s'en garantir qu'en ſe retirant ſur trois monticules ſéparées qui formoient comme autant d'iſles.

Hollac qui avoit fait paſſer ſa flotte ſur cette nouvelle mer, enflé du ſuccès de ſon entrepriſe, fit ſommer Bobadille de ſe rendre à diſcrétion, en lui repréſentant que dans la ſituation fâcheuſe où il ſe trouvoit, la bravoure lui étoit déſormais inutile. Le général Eſpagnol rejetta cette propoſition comme indigne de lui, eſpérant échapper par quelque heureux événement; mais d'où pouvoit-il l'attendre? Car Mansfeld & Aquila, chacun de leur côté, avoient tenté vainement de le ſecourir.

Cependant les eaux qui alloient toujours en croiſſant appro-

choient de gagner le ſommet des trois éminences, ſans que nos cinq mille braves encouragés par leur chef, en paruſſent étonnés, malgré la faim & le froid inſupportables qu'ils eſſuyoient, ayant réſolu de périr plutôt que de ſe rendre; lorſque par un événement qui tient du merveilleux, il ſurvint une forte gelée qui changea tout à coup le ſort des deux partis. Hollac ſe vit contraint de retirer à force de rames ſa flotte dans la Meuſe, de crainte d'être retenu lui-même dans la campagne par les glaces, & que les Eſpagnoles ne lui fiſſent payer cherement l'état où il les avoit réduits; en effet il n'étoit point encore entiérement dégagé, que les glaces permirent à ces derniers de pourſuivre leurs ennemis qui trouverent beaucoup de difficulté à repaſſer par les coupures qu'ils avoient faites.

Bobadille & les ſiens, heureuſement délivrés, furent enſuite accueillis par Mansfeld, ſuivi des habitans de Bois-le-Duc, qui vinrent au-devant d'eux chargés de vivres, pour les conduire dans leur ville, laquelle s'attira par ce bon procédé la faveur du duc de Parme.

Obſervation ſur la maniere d'inonder les environs des places maritimes.

937. Quand une place eſt aſſiſe dans un pays plat ſur les côtes de l'Océan, on rencontre bien des facilités de former des inondations pour éloigner les approches d'un ou pluſieurs fronts; alors on peut donner toute ſon attention à bien fortifier les autres qui n'auront pas le même avantage, parce que les écluſes de chaſſe, qui ſerviront à curer le port, fourniront des paſſages aux eaux de la mer qu'on retiendra dans la campagne, en fermant les portes des mêmes écluſes. On pourra d'autant plus compter ſur ces inondations, que quand l'ennemi viendroit à les ſaigner, il n'en ſeroit guere plus avancé, puiſqu'on ſera toujours à même de remplacer les eaux à la marée montante; d'ailleurs quand on n'auroit pas cette reſſource, il eſt bon d'obſerver qu'un terrein naturellement aquatique qui a été inondé devient ſi fangeux qu'on ne peut y creuſer des tranchées pratiquables que long-tems après qu'on en a fait écouler les eaux; ainſi dès qu'une place gagne du tems, il n'importe par quel moyen, pourvu qu'il en prolonge la conſervation.

Des coupures ou foſſés nommés criques que l'on fait dans les endroits qu'une inondation ne peut ſubmerger.

938. Lorſqu'il ſe rencontre des endroits où le terrein qu'on veut inonder ſe trouve ſenſiblement plus élevé que le niveau des eaux, on le coupe de tous les ſens par des foſſés nommés *criques*, qui communiquent à l'écluſe la plus à portée de les remplir d'eau. Si malgré cette précaution il reſtoit encore ſur le même terrein des eſpaces dont l'ennemi pût profiter en tems de

ſiége

ſiege pour l'établiſſement de ſes batteries, on les occupe par quelques redoutes qui donneront lieu à prendre des revers ſur le travail qu'il voudroit conduire vers la place, comme on l'a dit (article 73), en parlant des criques de Dunkerque.

939. Si les écluſes des mêmes ports répondent à des rivieres, on pourra en faire gonfler les eaux & même les groſſir par celles de la mer, à deſſein d'inonder des cantons éloignés, pour couper à l'ennemi des communications importantes. Comme il peut arriver que ces écluſes ſe trouvent trop éloignées, on en conſtruira d'autres plus propres à remplir le deſſein que l'on a, & on les ſoutiendra par des forts dont l'ennemi ne puiſſe s'emparer ſans former autant de ſieges, qui auront également leurs difficultés de la part des eaux qui les environneront.

Maxime ſur la poſition des écluſes deſtinées à former de grandes inondations.

Comme il n'y a guere que les circonſtances relatives au local qui puiſſent déterminer le parti qu'il faudra prendre pour conſtater des projets de cette importance, il eſt aſſez difficile de preſcrire des regles à cet égard; je dirai cependant que l'on ne ſauroit trop combiner les avantages & les déſavantages qui pourront réſulter de la poſition des écluſes, lorſqu'on voudra les tourner à la défenſe du pays, en même tems qu'elles rempliront des objets particuliers, ſoit pour la navigation ou le deſſéchement journalier des cantons aquatiques. Il faut faire enſorte qu'elles concourent mutuellement à la même fin, c'eſt-à-dire, qu'au beſoin les unes puiſſent ſuppléer au défaut des autres, & que quand les choſes ſeront rentrées dans l'ordre ordinaire, elles facilitent un prompt écoulement, ſans qu'il reſte des moëres ou petits lacs, comme on en voit entre Bergues & Furnes, qui cauſeroient, indépendamment de la perte du terrein, des vapeurs contraires à la ſanté des habitans voiſins. On ne ſauroit donc faire trop de nivellemens pour connoître au juſte les pentes & contrepentes, de crainte de commettre des fautes qu'on ne ſeroit plus en état de corriger.

Les rivieres dont on tire le meilleur parti pour la défenſe des places ſont celles qui les traverſent, parce qu'indépendamment des inondations qu'elles occaſionnent, elles fourniſſent plus de chicane que les autres pour diſputer le paſſage des foſſés, comme peuvent faire la Lis à Aire, l'Eſcaut à Cambray & à Valenciennes, la Deuille à Lille, la Scarpe à Douay, la Haine à Condé, la Colme à Bergue, la Sambre à Maubeuge, la Meuſe à Verdun, la Selle à Metz, l'Ill à Strasbourg, la Queviche à Landau, &c. qui ſont toutes des places remarquables par la

ſage diſpoſition de leurs écluſes. Ce n'eſt pas que l'on ne puiſſe auſſi ſe ſervir utilement des rivieres qui paſſentdans le voiſinage d'une place, quand elles n'en ſont que peu éloignées, mais elles obligent à faire des ouvrages fort avancéspour ſoutenir les écluſes; ce qui eſt cauſe qu'en tems de ſiege une garniſon s'affoiblit par la néceſſité de ſe partager.

Difficulté cauſée par les inondations pour la communication des quartiers d'une armée qui aſſiege une place.

940. Il eſt bon de remarquer que quand une inondation s'étend fort loin de la ville qu'elle protege, il y a cela de fâcheux pour l'aſſiégeant, que ne pouvant la renfermer dans ſa ligne de circonvallation, à moins d'embraſſer une trop grande étendue de pays, il eſt privé, à cauſe du débordement de l'eau, de faire des ponts ſur la partie ſupérieure de la riviere, pour la communication des quartiers qu'elle ſépare; il ne peut même trop compter ſur les ponts de la partie inférieure, parce que ſi dans le tems qu'une armée ſe préſentera pour faire lever le ſiege, la place vient à lâcher ſubitement les eaux retenues, elles pourroient bien détruire les mêmes ponts, & ôter par-là au côté attaqué tout moyen d'être ſecouru.

Telle fut en 1674 la ſituation du prince d'Orange devant Oudenarde; après avoir perdu la bataille de Seneff, il entreprit, pour pallier ſon infortune, le ſiege de cette place, qu'il leva en grand déſordre à l'arrivée de M. le prince de Condé, parce que les quartiers ſéparés par l'inondation & l'Eſcaut, ne pouvoient ſe communiquer pour ſoutenir la ligne qu'il avoit faite & qu'il fut contraint d'abandonner, vu la facilité qu'auroit eu M. le Prince de la forcer.

Avantage qu'une garniſon aſſiegée peut tirer de ſes inondations, pour être ſecourue, ou pour ſe dérober au ſort fâcheux que l'ennemi lui deſtine.

941. La difficulté d'inveſtir également tous les environs d'une place dont les inondations s'étendent fort loin, peut encore devenir bien favorable à une garniſon, ſoit pour recevoir des rafraîchiſſemens & du ſecours, ou pour échapper à l'ennemi dans le cas où il voudroit lui impoſer la dure condition de ne la recevoir que priſonniere de guerre. Une inondation n'eſt jamais ſi complette qu'elle ne laiſſe quelques faux-fuyans, dont peut profiter pendant la nuit une troupe qui marche à la légere & qui ſait ſans régret abondonner ſes équipages; d'ailleurs ne peut-on pas ſans éclat laiſſer écouler une partie des eaux du chemin qu'on a deſſein de parcourir? Mais il faut bien connoître le pays, l'avoir fait ſonder d'avance par des gens ſûrs qui puiſſent enſuite ſervir de guide & ſe trouver à portée de gagner une ville voiſine: celle-ci peut de ſon côté favoriſer cette retraite, dès que de part & d'autre les chefs ſe ſeront bien concertés.

Cela n'eſt pas difficile, quand un gouverneur fait tout ce qu'il faut pour être informé de ce qui ſe paſſe au dehors ; que riſque-t-il ? Son pis aller ſera peut-être de tomber dans un gros des ennemis & d'eſſuyer le ſort qu'on lui deſtinoit ; encore cela ne peut guere arriver que faute d'avoir aſſez de nerf pour ſe frayer un paſſage aux dépens de la troupe que le haſard peut lui faire rencontrer. Quel qu'en ſoit l'événement, ſa conduite ſera toujours glorieuſe ; mais tout ſemble annoncer qu'il s'en tirera heureuſement.

Retraite mémorable de la garniſon d'Haguenau, aſſiégée en 1705.

942. En 1705, ſur la fin de la campagne du Rhin, l'armée impériale faiſoit le ſiege d'Haguenau, place d'une réſiſtance médiocre, ſituée dans la baſſe Alſace, à ſix lieues de Saverne ; la breche étant faite, la garniſon de deux mille hommes étoit en danger de ſe voir emportée d'aſſaut, auſſi-tôt la priſe du chemin couvert, qui ne tenoit plus à grand choſe, lorſque M. Dupery, maréchal de camp, commandant dans la place, demanda une capitulation honorable, offrant de ſe rendre au bout de treize jours s'il n'étoit ſecouru ; la propoſition fut rejettée avec hauteur par le général Thungen, qui répondit que la garniſon n'avoit point d'autre traitement à eſpérer que d'être faite priſonniere de guerre. M. Dupery, inſtruit qu'il n'étoit pas inveſti du côté de Saverne, où il y avoit un marais inondé imparfaitement, forma le deſſein de s'échapper la nuit ſuivante, accompagné de ſa garniſon. Pour réuſſir, il feignit de vouloir faire une grande ſortie, diſpoſa tout en conſéquence, & ordonna aux bourgeois ſous peine de la vie de reſter renfermés chez eux depuis le ſoleil couché juſqu'au lendemain matin : il aſſembla enſuite tout ſon monde & le fit paſſer dans le chemin couvert, d'où il défila vers les dix heures pour gagner le marais, ne laiſſant du côté de l'attaque que deux cens hommes pour faire un feu continuel, avec ordre de partir par pelotons dans des tems marqués. Le tout réuſſit parfaitement, M. Dupery arriva vers les ſix heures du matin à Saverne, ſuivi du détachement qu'il avoit laiſſé en arriere.

Maxime ſur la maniere de former les inondations, pour la défenſe des places dont le terrein des environs a beaucoup de pente.

943. Pour peu qu'on y faſſe attention, on ſentira que ſi le terrein ſuſceptible d'être inondé a une pente fort ſenſible, l'inondation n'aura pas beaucoup d'étendue, parce que du côté d'amont les eaux retomberont ſur elles-mêmes vers la place dès qu'on fera gonfler la riviere ; le parti que l'on prend eſt de les ſoutenir par intervalle avec des digues placées à de juſtes diſtances les unes des autres, pour former autant de vaſtes baſſins en caſca-

des, qui ſe communiquent, par de petites écluſes ou ſimplement par des buſes pratiquées dans les digues (article 574) protégées par des redoutes & autres ouvrages pour en défendre l'accès.

Quant à la partie d'aval, ces digues ſont encore plus indiſpenſables dans un pays plat qui n'eſt point bordé de côteaux pour retenir les eaux, autrement elles ſuivroient la pente naturelle du terrein : bien entendu que cette ſeconde inondation ne peût avoir lieu, qu'autant que la riviere ſera traverſée par une écluſe au-deſſous de la place pour y faire remonter les eaux ; alors on la ſoutient, non par un ſimple poſte qui ſeroit trop aventuré, mais par un fort dont l'ennemi ne pourroit s'emparer qu'en l'aſſiégeant dans les formes. C'eſt le cas où ſe trouve le fort S. François ſur la Lis, au-deſſous d'Aire, & celui de l'Eſcarpe au-deſſous de Douai, que nous avons aſſiégé en même tems que la ville en 1712, pour nous rendre maîtres des eaux de la partie baſſe & forcer la garniſon de ſe partager. Mais avant que d'exécuter un pareil projet, il convient de bien examiner ſi ſa dépenſe n'excédera pas de beaucoup celle qu'il faudroit pour bien fortifier le côté de la place dont il s'agit, afin de voir le parti dont on pourra tirer le plus d'avantage relativement à une bonne défenſe.

Ypres eſt une des villes de Flandres où les eaux de la riviere de ce nom ont été ménagées avec le plus d'art.

944. Ce n'eſt pas toujours l'abondance des eaux que l'on a à ſa diſpoſition qui produit les plus grands effets. Il ſe rencontre quelquefois des ſituations favorables où l'on peut tirer à peu de frais un excellent parti d'une petite riviere ; le tout dépend d'en ſavoir ménager le cours avec art : celle d'Ypres, ſur laquelle eſt bâtie la ville de même nom, en fournit un exemple des plus remarquables. Cette riviere, qui n'eſt, à le bien prendre, qu'un fort ruiſſeau, a été tournée avec tant d'économie au beſoin intérieur & à la défenſe de cette place, que je ne crois pas qu'on puiſſe rien voir de mieux entendu. Pour ne parler que de ce qui a rapport à la fortification, on ſaura qu'après avoir formé deux grandes inondations, ce ruiſſeau ſe répand dans les foſſés tout autour de la place, où il peut au beſoin remplir pour la défenſe, je ne ſais combien d'effets différens, moyennant les petites écluſes pratiquées dans les batardeaux & ailleurs ; enſuite on le voit terminer ſa courſe en fourniſſant de l'eau à un canal de navigation qui met cette place en état de commercer avec les autres villes voiſines, dont elle partage les richeſſes que leur procure le voiſinage de la mer. Quand on examine pas à pas tout ce que produit ce merveilleux ruiſſeau, on ne peut trop admirer la ſagacité du génie qui a dirigé les fortifications de cette place,

qu'on peut regarder comme une excellente école propre à fournir un grand nombre d'idées à ceux qui ont intérêt de ſe bien inſtruire du ſujet que je traite préſentement, ce qu'on ne peut faire avec ſuccès que ſur les lieux mêmes, autrement je ſerois entré volontiers dans un plus grand détail.

945. Les places ſituées à l'embouchure d'une riviere qui ſe jette à la mer, comme eſt Nieuport ſur l'Iperle, ſont auſſi dans le cas d'en tirer beaucoup d'avantages pour la défenſe, dès qu'on pourra leur ménager des reſſources à-peu-près pareilles à celles dont cette ville jouit. On a tiré anciennement de la riviere un canal qui enveloppe le bord du glacis du chemin couvert auquel il tient lieu d'avant foſſé, en même tems qu'il facilite une vaſte inondation pour en défendre l'accès moyennant le jeu de pluſieurs écluſes. La principale, ſoutenue d'un bon fort, eſt ſituée au travers de l'Iperle entre la mer & la place, qui n'en eſt éloignée que d'une demi-lieue ; moyennant cette écluſe, la ville diſpoſe au tems des hautes marées de toute l'eau dont elle a beſoin pour éloigner les approches & oppoſer ſans ceſſe dans les foſſés de nouveaux obſtacles à l'aſſiégeant, lorſqu'il voudra s'emparer des ouvrages de dehors, s'il a affaire à une garniſon qui ſache ſe prévaloir de ſa poſition, qui eſt des plus heureuſes pour acquérir beaucoup de gloire, puiſque tant qu'elle conſervera le fort de l'écluſe, elle peut, moyennant de la conſtance, ſe repoſer du ſoin de ſa conſervation ſur le mouvement des marées.

Avantage des places ſituées à l'embouchure d'une riviere. Exemple tiré de Nieuport.

On a vu de même combien l'on pouvoit tirer de reſſources des eaux de la riviere d'Aa & de celles de la mer pour la défenſe de Gravelines, par l'ingénieuſe poſition des écluſes dont nous avons expliqué le jeu dans les articles 488, 489 & 490, qu'on feroit bien de revoir tout de nouveau, pour les lier avec les vues que je cherche à inſinuer dans ce chapitre.

946. De toutes les villes des Pays-Bas, il n'y en a point dont les approches ſoient défendues par une inondation plus générale que celle que peut former Dendermonde : avantage qu'elle tire de ſa poſition au confluent de l'Eſcaut & de la riviere de Dender qui la traverſe. Auſſi n'eſt-elle fortifiée que d'une vieille enceinte qui lui ſuffit, parce qu'on ne peut en approcher que par des chauſſées fort étroites ſoutenues de bonnes redoutes, qui ſeront elles-mêmes d'un bien difficile accès quand l'aſſiégé voudra les défendre, n'étant qu'à quarante toiſes de la place & garanties par l'inondation même. Ainſi cette ville, qui ne paroît d'abord qu'à l'abri d'un coup de main, peut-être re-

La ſituation des places au confluent de deux rivieres n'eſt pas moins favorable. Exemple tiré de Dendermonde.

gardée, vingt-quatre heures après avoir fermé ſes écluſes, comme une des meilleures places du ſecond ordre.

Pour en bien juger, on ſaura qu'au nord l'Eſcaut la couvre & baigne le pied de ſon enceinte ſur un front d'environ trente-cinq toiſes ſeulement, & que la retenue de la riviere de Dender, qui vient du ſud-oueſt, inonde tout le reſte de ſon pourtour ſur une très-grande étendue de pays qu'on ne peut ſaigner qu'imparfaitement, parce que les trois chauſſées qui répondent aux avenues partagent l'inondation en autant de baſſins qui ſe ſuccedent de l'oueſt à l'eſt. Au ſurplus, ils peuvent être ſans ceſſe rafraîchis par ces deux rivieres, moyennant un canal ou large foſſé qui regne à la ronde depuis la partie ſupérieure de l'Eſcaut juſqu'à l'inférieure, obſervant qu'il traverſe les chauſſées aux endroits où elles ſont coupées par des écluſes ſituées ſous le feu des redoutes précédentes. Rien de plus ſimple que cette diſpoſition & en même tems de plus capable d'arrêter long-tems l'ennemi, lorſqu'un commandant courageux regle ſa conduite ſur la connoiſſance qu'il doit avoir de ce que l'aſſiégeant peut ou ne peut pas entreprendre contre la ſûreté de ſa place: autrement il eſt bien à craindre que ne ſe voyant point entouré d'ouvrages de dehors, ſon imagination ne le ſerve mal. C'eſt ce qui peut arriver lorſqu'on ne ſent pas que les eaux préſentent des difficultés ſouvent plus inſurmontables que ne feroit une fortification qu'on ne ſeroit point en état de ſoutenir, faute d'avoir aſſez de monde; au lieu que la défenſe par les eaux n'en exige que peu. J'ajouterai que quand le ſalut d'une place dépend comme ici des inondations, il faut non-ſeulement que les écluſes qui les cauſent ſoient parfaitement à couvert, mais les aſſurer encore par des ſecondes & troiſiemes retenues qui puiſſent, en cas d'accident, ſuppléer au défaut des premieres, comme on l'a vu, art. 913, les bombes étant les foudres de guerre que les écluſes ont le plus à redouter, & dont il n'eſt moralement point poſſible de les garantir.

Idée de la ville de Mons avant ſa démolition. Pl. XXXIII.

947. Avant que les fortifications de Mons fuſſent démolies, il n'y avoit point de place en Europe plus impoſante par la vaſte étendue de ſes inondations, & le grand nombre des ouvrages extérieurs, tous parfaitement appropriés à la diſpoſition du terrein & aux vues d'une bonne défenſe. Comme pendant le dernier ſiege en 1746, par l'armée de M. le prince de Conti, & mieux encore après ſa reddition, j'ai examiné dans le plus grand détail tout ce qu'elle avoit d'admirable, je crois que l'explication

de ce qui a rapport aux eaux, à quoi je me borne, ne pourra que répandre beaucoup de lumiere ſur les maximes précédentes, c'eſt pourquoi je vais rapporter les choſes comme ſi elles exiſtoient encore. J'aurois fort ſouhaité donner un plan ſur une plus grande échelle, pour en bien diſtinguer les parties; mais comme il a fallu y comprendre la campagne ſur beaucoup d'étendue, je n'ai pu y parvenir qu'en réduiſant le tout à la grandeur ordinaire de mes planches; cependant on ne laiſſera pas de démêler aſſez bien ce qu'il comprend d'eſſentiel.

Les inondations de Mons étoient occaſionnées par les petites rivieres de Trouille & de la Haine. Expoſé des effets de la premiere.

948. Les petites rivieres de *Trouille* & de *la Haine* ſont les ſources qui forniſſent à toutes les inondations dont la ville peut être environnée, à quoi les ingénieurs François & Autrichiens ont travaillé alternativement comme à l'envi; pour cela ils ont profité de la diſpoſition des prairies qui vont en pente du S. E. au N. O. comme on en jugera par le cours de la Haine, paſſant à ſix cens toiſes des murs de la place, dont elle inonde tout le côté du nord, tandis que la *Trouille* venant du ſud remplit le même objet pour la partie oppoſée.

En commençant par les effets de cette derniere, on voit qu'elle entre dans la place en coulant le long des branches gauches des ouvrages à corne 4, 5, & paſſe par le baſtion 6 qui couvre la *porte d'eau* nommée auſſi *porte de la guérite;* enſuite elle traverſe la ville & en ſort par la gauche de la *porte du rivage* pour ſe rendre au village de *Jumappe*, où elle reçoit la Haine qui perd alors ſon nom, la Trouille ſeule conſervant le ſien.

De quelle maniere on peut conduire les eaux d'une riviere dans un lieu ſupérieur à ſa partie d'aval: tiré de ce qui a été exécuté à Mons.

949. Les deux plus anciennes inondations de Mons ſont celles que l'on nomme l'étang *des Prêtres* & celui *des Apôtres*, ſéparés par la chauſſée qui eſt à la gorge de l'ouvrage à corne de la porte *d'Havré*. La premiere, de cinq pieds de profondeur d'eau, ſe forme en fermant l'écluſe du moulin des Jumeaux, de ſix pieds de chûte, placée dans la ville, & en ouvrant la vanne du batardeau 7 dans le foſſé de la piece 6. Le fond de l'étang des Apôtres allant en montant à meſure qu'il approche de la porte de Nimy, dont le foſſé eſt de ſix pieds ſupérieur à l'étang des Prêtres, les eaux de la Trouille n'auroient pu paſſer juſqu'à cette porte ſi on les avoit priſes dans la partie baſſe: c'eſt pourquoi on a remonté la riviere juſqu'à l'endroit 10; où elle eſt traverſée par une écluſe, proche le Moulin-au-bois, qui cauſe une retenue de douze pieds de chûte. Comme depuis cet endroit juſqu'à la porte d'eau, cette riviere a ſix pieds de pente, il ſuit que le niveau des eaux à l'écluſe du Moulin-au-bois a dix-huit pieds

de ſupériorité ſur l'étang des Prêtres, par conſéquent il ſe trouve de douze pieds au-deſſus du fond des foſſés de la porte de Nimy.

Pl. XXXIII. En conſéquence de cette écluſe, on en a fait une ſeconde 11, placée encore plus haut dans la berge droite de la riviere répondant à un canal ou ruiſſeau 11, 12, 13, ayant deux pieds de pente, nommé le *Trouillon*, creuſé exprès pour amener l'eau ainſi élevée juſques dans le foſſé de la piece 13; alors elle remplit l'étang des Apôtres & les foſſés du front de Nimy ſur la hauteur d'environ dix pieds à l'endroit le plus éminent, ſans pouvoir ſe répandre dans l'étang des Prêtres, parce qu'elle eſt ſoutenue, comme nous l'avons dit, par la chauſſée de la porte d'Havré, & par les batardeaux qui ſont dans les foſſés de la droite de ſon ouvrage à corne.

Suite des inondations de Mons, du côté du ſud.

950. Quant aux autres inondations du ſud, elles ſont occaſionnées par une écluſe de quatre pieds & demi de chûte, placée au-deſſous de la précédente à l'endroit 3, nommé *le moulin St. Pierre*, entre deux petits ouvrages de terre en forme de redoute. Lorſque la Trouille n'eſt ſoutenue que par cette écluſe, & qu'elle s'eſt élevée auſſi haut qu'elle peut monter, faiſant deux coupures aux endroits 15 & 16 dans les berges qui bordent cette riviere, elle inonde, 1°. l'eſpace qui eſt entre ſa rive droite & le Trouillon; alors les eaux retenues par la digue 14, remontent juſqu'à la chauſſée 8 du village d'Hion. 2°. Elles ſe répandent de même ſur le terrein compris entre la porte de la guérite & celle de Bertamont, & forment une autre inondation qui s'étend juſqu'au village d'Hion, où elle eſt bornée par les rideaux qui s'y rencontrent.

De quelle maniere les eaux de la Trouille circuloient dans le foſſé de la place.

951. On obſervera que la campagne qui regarde le ſud allant en montant à meſure qu'on s'éloigne de la place, toutes les inondations précédentes ne peuvent être ſaignées que par la baſſe Trouille, en ouvrant des écluſes dont la place ſeule peut diſpoſer; par conſéquent elle n'a rien à craindre de cette part.

Si l'on conſidere que les foſſés des ouvrages qui couvrent la porte de Bertamont ſont traverſés par des batardeaux, on verra qu'en ouvrant l'écluſe d'un de ceux qui ſoutiennent la Trouille à l'endroit 7 en entrant dans la ville, elle remplira les foſſés compris entre la porte précédente & celle de la Guérite. Comme il arrive, par la pente du terrein, que les autres foſſés depuis la porte de Bertamont juſqu'à celle du rivage, ſont plus bas que les précédens, la Trouille les inondera auſſi en ouvrant l'écluſe du batardeau 17. Quant aux autres foſſés de la place qui regardent

regardent le nord, il eſt clair que l'étang des Apôtres, par conſéquent le Trouillon, y donne l'eau, puiſqu'elle ſurmonte de dix pieds le fond le plus éminent du front de Nimy, & que d'ailleurs le terrein va en pente depuis cette porte juſqu'à la ſortie de la Trouille, hors la ville, où elle eſt ſoutenue par des batardeaux.

Dernieres inondations formées par la même riviere du côté de l'oueſt.

952. Pour reprendre la ſuite des inondations formées par cette riviere, on ſaura que près de la chauſſée de la porte du rivage, il y a une écluſe placée à l'endroit 21, ſous la protection de la redoute 23, qui défend auſſi l'accès d'une digue 21, 22, élevée au travers de la prairie du village de Queſme, aſſis au pied d'un rideau. Si l'on ferme cette écluſe & que l'on faſſe au-deſſus une ou deux coupures dans la berge gauche de la Trouille, elle ſubmergera tout le terrein compris entre la ville & la digue précédente juſqu'à la porte de Bertamont. Alors ſon ouvrage à corne ſe trouve enclavé entre deux inondations qui font qu'on n'en peut approcher que par la tête où le terrein eſt bon pour la tranchée; auſſi dans le dernier ſiége a-t-on choiſi ce front pour la premiere des trois attaques que l'on fit; la ſeconde avoit pour objet la porte de Nimy, & la troiſieme le fort de la Haine.

Après l'inondation précédente, on en forme encore une autre au-deſſous, par où même on commence, en fermant la derniere écluſe 24 du bas de la Trouille ſituée ſous le feu de la redoute 25, en faiſant auſſi quelques coupures pour la décharge des eaux qui baigneront alors toute la partie baſſe de la prairie, bornée par la continuation de la chauſſée qui conduit à Jumappe.

Diſtribution des eaux de la Haine pour former les inondations qui s'étendoient depuis la porte de Nimy juſqu'à celle du parc. Pl. XXXIII.

953. Pour expliquer de même les effets de la riviere d'Haine, on ſaura que le terrein qu'elle parcourt ayant vingt-cinq pieds de pente depuis l'écluſe du moulin de Nimy, juſqu'à celle de Jumappe, près du pont des poſtes, il a fallu pour inonder toute la prairie du nord, la diviſer par des digues, qui ſoutinſſent les eaux en caſcades allant du S. E. au N. O. & faire pluſieurs écluſes en conſéquence. La premiere de ces digues, qu'on voit accompagnée des redoutes 42, 43, 44, 45, ſoutient l'inondation de Nimy, bornée par la chauſſée qui aboutit à la porte de ce nom; elle ſe forme par la retenue d'une écluſe 46 qui barre la riviere ſous le feu de la redoute 45, ſervant auſſi à protéger une ſeconde écluſe 47, placée dans la berge gauche de la Haine pour le paſſage des eaux. On obſervera que l'écluſe 46

ayant une chûte d'environ ſept pieds, l'inondation précédente, qui s'éleve à cette hauteur, devient un réſervoir abondant pour fournir les autres inférieures : la ſuivante, ſoutenue par la chauſſée 41, 40, 39, 38, de la porte du parc, & encore par la berge gauche de la Haine, ſe forme en ouvrant une écluſe 42 placée au pied de la premiere redoute.

Suite des autres inondations cauſées par la même riviere.

954. La prairie qui eſt ſur la gauche de la porte du parc ayant environ neuf pieds de pente juſqu'à la digue 28, on a fait en 1744 un retranchement 30, 31, 33, appuyé aux anciennes redoutes 23 & 32, pour communiquer extérieurement de la porte du rivage au fort de la Haine, & en même tems ſoutenir les eaux de l'inondation répondant à la gauche de la chauſſée 41, 38, que l'on forme en ouvrant une petite écluſe 40, placée ſur la rigole 42, 40, 31, 28, 27, répondant à la priſe d'eau 42 & au point 27 de la baſſe Trouille, pour deſſécher quand on le veut toute la prairie du nord.

A l'égard de la derniere inondation bornée par la digue 28, qui répond à la redoute de Queſme 25 & à celle du Corbeau 26, elle ſe forme auſſi en ouvrant une écluſe 31 placée ſur la même rigole.

Autre maniere de former les mêmes inondations en faiſant gonfler la Haine par une ſuite d'écluſes diſpoſées par caſcades.

955. Pour produire l'effet du réſervoir au-deſſus de Nimy & inonder en même tems les avenues du fort de la Haine 35, dont l'objet eſt de couvrir une écluſe placée à ſa gorge, il faut, dans le cas où l'ennemi viendroit à s'emparer des redoutes 45, 44, 43, par conſéquent de l'écluſe 46, fermer celle du fort pour faire gonfler la riviere ; alors pratiquant des coupures 37 dans ces deux berges, & auſſi dans la chauſſée 34, 35, la riviere ſe répandra de toute part & fournira aux inondations inférieures, en paſſant par les petites écluſes 40 & 31.

On voit auſſi qu'en faiſant une écluſe au bas de la Haine ſous la protection de la redoute 26, elle pourra encore ſeconder la précédente & ſuppléer à ſon défaut pour inonder la plus grande partie de la prairie. Il eſt vrai que nous avons éprouvé la difficulté de s'emparer du fort de la Haine qui a ſoutenu huit jours de tranchée ouverte, à cauſe de l'inondation qui le couvroit, ſans que ſa reddition nous eût menés à autre choſe qu'à partager la garniſon ; il n'en a pas été de même de la redoute 45, dont la priſe nous a donné la facilité de ſaigner l'inondation ſupérieure qui nous gênoit beaucoup pour l'attaque de la porte de Nimy. N'a-t-on pas lieu d'être ſurpris que vu l'importance de l'écluſe 46, on ne l'ait ſoutenu que par cette ſimple redoute ?

Pl. XXXIII.

Il eſt à obſerver que de toutes les inondations de Mons, il n'y avoit que celles des étangs des Prêtres & des Apôtres qui fuſſent permanentes, les autres ne ſe formant qu'en cas de ſiége, pour ne point être privé de la jouiſſance des prairies dont nous venons de parler.

Je paſſe ſous ſilence le merveilleux uſage qu'on pouvoit faire des petites écluſes pratiquées dans les batardeaux répandus autour de la place pour la défenſe des foſſés, cette partie étant réſervée à la troiſieme ſection. Je dirai ſeulement qu'on ne s'eſt point apperçu, au dernier ſiége de Mons, que ceux de la place ſe fuſſent mis en peine d'employer toutes les reſſources de la part des eaux, qu'avoient ménagé pour la défenſe de la contreſcarpe les habiles gens qui l'ont fortifiée, puiſque ce n'eſt qu'à meſure que l'aſſiégeant approche l'enceinte de plus près, qu'on peut lui faire éprouver tout ce qu'elles peuvent oppoſer de fâcheux : autrement le travail le plus ingénieux devient en pure perte quand on diſpenſe l'ennemi d'arriver juſques-là.

Remarque ſur le choix des attaques d'une place qui n'eſt couverte qu'en partie par les inondations.

956. S'il s'agiſſoit d'entamer le ſiége d'une place dont l'enceinte fût défendue d'un côté par de bons ouvrages détachés, répondant à un terrein propre à la conduite des tranchées, & que de l'autre elle eût des parties foibles garanties par des inondations, il faut un mûr examen pour ſe décider ſur le choix du front auquel il conviendra de s'attacher, ſoit en ſaignant les eaux qui ſont obſtacle pour cheminer vers la partie foible, ou en donnant la préférence au côté le plus impoſant, mais qui offriroit en récompenſe plus de facilité. Il y auroit bien des choſes à dire ſur un ſujet auſſi intéreſſant, mais qui ſeroient peut-être déplacées ici; c'eſt pourquoi je me contenterai d'expoſer ſeulement les principales.

Il n'eſt pas difficile de juger ſi une inondation peut être ſaignée en tout ou en partie, dès qu'on aura examiné le pays qui la borne, pour reconnoître les endroits qui ont une pente propre à faire écouler les eaux, moyennant des tranchées creuſées à cette fin; cela eſt preſque toujours pratiquable ſans un grand travail, lorſque l'inondation répond au côté d'aval de la riviere qui la forme, ſur-tout ſi on en eſt quitte pour prendre quelques petites fortereſſes qui défendroient les berges ou digues dans leſquelles il faudroit faire des coupures.

Au cas que l'inondation réponde au côté d'amont, il faudra voir ſi le terrein permet de faire une tranchée qui conduiſe les eaux dans la partie d'aval, ou ſi on ne peut pas leur trouver

quelque débouché pour les détourner par un autre endroit; le mieux ſeroit de prendre connoiſſance de toutes ces choſes longtems avant que d'en venir à l'exécution, & d'avoir dans ſes intérêts quelque meûnier intelligent qui connoiſſe bien ſon canton. Ces ſortes de gens étant plus propres qu'aucun autre à ſuggérer des expédiens, dès qu'on les intéreſſera à ne rien négliger pour donner de fideles connoiſſances, c'eſt par eux que l'on apprendra, 1°. ſi les eaux pourront totalement s'évacuer & ſi elles ne peuvent pas être renouvellées par d'autres. 2°. Si l'inondation eſt naturelle ou artificielle, pour juger des ſuites qu'elle aura après avoir été ſaignée. 3°. Si les écluſes qui les cauſent ſont dedans ou dehors la place, s'il y a quelque facilité ou difficulté de s'en rendre maître ou de les détruire par le canon; enfin quelle eſt la nature du fond couvert par les eaux, pour ſavoir s'il ſera pratiquable après qu'elles ſeront retirées, point eſſentiel à bien connoître, de crainte d'entamer un travail qui n'aboutiroit qu'à faire perdre du tems.

Avantages & déſavantages qui accompagnent des fronts dont les collatéraux ſont couverts par des inondations.

957. Il eſt encore à conſidérer, à l'égard des côtés de la place propres à conduire la tranchée, que les inondations peuvent devenir dans un certain cas plus favorables que nuiſibles, par l'avantage que l'aſſiégeant aura d'y appuyer ſa droite ou ſa gauche & peut-être toutes deux enſemble; alors ce ſeroit un bien s'il avoit affaire à une forte garniſon, parce qu'elle ſe trouveroit hors d'état de l'inquiéter par des ſorties qui tomberoient ſur ſes flancs. Il eſt vrai que ſi l'aſſiégeant ſe trouvoit fort reſſerré, il ſeroit privé d'étendre ſes paralleles pour déborder le front attaqué, par conſéquent de le croiſer par des batteries à ricochet. Ce ſont là autant de conſidérations qui méritent d'être peſées avant que de ſe déterminer ſur le choix du côté de l'attaque, & dont il convenoit de dire quelque choſe pour juger du plus ou du moins d'importance des inondations, ſelon le rapport qu'elles auront avec la conduite du ſiége en général.

SECTION III.

Où l'on établit des maximes ſur la meilleure maniere de défendre les places par les contremines & par le jeu des écluſes.

Avantage des places dont les foſſés ſont à ſec,

958. Quand on s'eſt fait une étude de la fortification, on n'ignore point que les places à foſſés ſecs ſont capables d'une plus longue défenſe que celles qui les ont remplis d'une eau

dormante, en ſuppoſant les choſes égales d'ailleurs. En effet, dans les premiers une garniſon courageuſe a la facilité de ſe développer dans les dehors & d'y promener ſon canon, ſans craindre que ſes communications puiſſent jamais être interrompues, comme cela arrive quelquefois dans les ſeconds, lorſque les troupes ſont obligées de paſſer en défilant ſur de petits ponts à chevalets, en priſe à l'artillerie de l'aſſiégeant. Au ſurplus les foſſés ſecs donnent lieu à diſputer le terrein pied à pied par l'effet des contremines, qui étant bien dirigées, ſont plus capables que tout autre moyen d'intimider l'ennemi, & de l'occuper long-tems à la priſe d'une place qui paroît très-médiocre d'ailleurs par la ſimplicité de ſes ouvrages.

pour bien défendre les dehors par l'effet des mines.

959. Ce n'eſt pas que les foſſés inondés n'aient auſſi leur mérite, quand on a la facilité de les rafraîchir & d'entretenir, par le jeu des écluſes, les eaux dans un continuel mouvement. On peut non-ſeulement, en les faiſant circuler, donner bien de la peine & de l'inquiétude à l'aſſiégeant lorſqu'il voudra les paſſer; mais avant qu'il en ſoit là, retarder conſidérablement la priſe du chemin couvert, par les chaſſes d'eau dont on peut inonder la tête de ſon travail, principalement ſa troiſieme parallele, au moment même qu'il ſe préparera à l'attaque du chemin couvert. Pour cela il faut, dans l'épaiſſeur de ſon terre-plein, à deux pieds au-deſſous du niveau où pourront monter les plus hautes eaux dans le foſſé, pratiquer par intervalle des buſes qui partant de la contreſcarpe, aillent aboutir vers le milieu ou les deux tiers de la largeur du glacis, meſuré depuis la paliſſade. On peut même diſpoſer ce glacis de façon que les eaux qu'on lâchera par les buſes, forment à la ronde une inondation, en maniere d'avant-foſſé, de 12 ou 15 toiſes de largeur ſur cinq ou ſix pieds de profondeur, occaſionnée par une contrepente creuſée au bord du prolongement du glacis au-deſſus du niveau de la campagne.

En quoi les foſſés inondés ont auſſi leur mérite. Avantage qu'on en peut tirer pour inonder la tête des travaux de l'aſſiégant.

960. Il réſulte qu'une place qui joindroit la reſſource des eaux à toutes les chicanes qu'on peut faire naître de la part des mines, ſeroit plus en état qu'aucune autre de bien défendre ſa contreſcarpe. Il s'agit donc de montrer dans quelles circonſtances on peut donner ce double avantage aux foſſés pour détruire & emporter les établiſſemens de l'aſſiégeant, & lui faire eſſuyer tant de diſgraces qu'on le mette dans la néceſſité, s'il eſt poſſible, d'abandonner la partie, ou au moins de payer bien cherement ſon opiniâtreté.

Les foſſés les plus favorables à une bonne défenſe, ſont ceux qui étant naturellement à ſecs, peuvent être inondés quand on veut, &

enſuite être évacuées. Conditions néceſſaires pour cela.

Pour fortifier une place capable de la défenſe précédente, il faut qu'elle ſe rencontre dans une poſition ſuſceptible de deux conditions eſſentielles ; la premiere, qu'elle ſoit traverſée par une riviere, ou au moins qu'il y en ait une à portée de-là, d'où l'on puiſſe amener les eaux par un canal ; la ſeconde, que le fond des foſſés ſe trouve ſupérieur à celui de cette riviere du côté d'aval, afin qu'en la retenant par une écluſe placée à ſon entrée dans la ville, l'eau vers la ſortie venant à s'évacuer entierement, facilite la décharge de celle des foſſés quand on voudra les mettre à ſec. Il eſt à obſerver que l'on n'exige par cette ſeconde condition que ce qui ſe trouve aſſez ordinairement, ou que l'on ne puiſſe faire naître en appropriant le cours de la riviere à la fin qu'on ſe propoſe.

Maxime ſur la poſition qu'il faut donner aux foſſés des places maritimes ſituées ſur l'Océan.

961. Si la place qu'on veut fortifier étoit ſur le bord de l'Océan, ou vers l'embouchure d'une riviere dont le flux & reflux fuſſent fort ſenſibles, il faudroit régler la profondeur des foſſés ſur le niveau des baſſes marées au tems des quadratures, pour que les eaux de quelque part qu'elles viennent puiſſent s'écouler, & faire une cunette à laquelle on donnera un peu de pente en deſcendant vers la mer, afin d'avoir la facilité, en profitant des hautes & baſſes marées, de maintenir à ſec ou d'inonder les foſſés quand on voudra, pour les défendre relativement aux diſpoſitions des contremines qu'on fera en cas de ſiége; bien entendu que l'on conſtruira des batardeaux, avec leurs écluſes, aux endroits les plus convenables pour l'entrée & la ſortie des eaux.

Maxime ſur la poſition des batardeaux & des écluſes qui ſervent à la défenſe des foſſés.

962. Soit qu'on ſe ſerve de la mer ou des rivieres, à deſſein de défendre les foſſés, il faut beaucoup d'art & de circonſpection pour placer avantageuſement les batardeaux & les écluſes, enſorte que ces dernieres ne ſoient jamais en priſe au canon de l'ennemi, & qu'elles produiſent des courans capables de détruire ſes travaux ; on y parviendra, en ſe ménageant dans les mêmes foſſés de grands réſervoirs d'eau, à portée des fronts de ceux qu'on aura laiſſé à ſec, afin de pouvoir, quand il en ſera tems, ſubmerger l'aſſiégeant par les cataractes qu'on ouvrira ſubitement.

Ayant long-tems médité ſur ce qu'on pouvoit exécuter de mieux en pareil cas, il m'a paru qu'il y avoit encore beaucoup à ajouter à cette maniere de défendre les places, pour la réduire à des regles dont l'exécution fera tirer des eaux le meilleur parti qu'il eſt poſſible, par une ſuite d'opérations qui en ren-

droient la priſe d'une difficulté ſans exemple, ſi elles étoient défendues comme je l'entends : c'eſt de quoi l'on va juger.

963. J'en ſuppoſe une dont les foſſés naturellement à ſec ſont traverſés, ainſi que la ville, par une riviere ou un canal : que la fortification eſt compoſée d'une ſimple enceinte défendue par des contregardes ou baſtions détachés, des tenailles placées dans les courtines, des demi-lunes ayant des réduits, une contreſcarpe revêtue de maçonnerie ; le tout enveloppé d'un chemin couvert. Je dis que ſi en conſtruiſant cette place, qui n'a rien que d'ordinaire, au terme où l'on a multiplié les fortifications dans ces derniers tems, on a eu égard à toutes les diſpoſitions qu'on peut faire pour le jeu des mines & des eaux, elle ſera capable de la défenſe ſuivante.

C'eſt moins la multiplicité des ouvrages qui peut contribuer à une longue défenſe, que le bon emploi que l'on peut faire des mines & des eaux. Pl. XXXIV.

964. En commençant par le chemin couvert, je puis aſſurer, fondé ſur de bonnes expériences, que ſi l'on a ſeulement dix jours devant ſoi avant l'ouverture de la tranchée, pour faire ſous les capitales, des chaînes de fourneaux de mines, diſpoſés d'une maniere qui n'a rien de commun avec ce que l'on pratique ordinairement, l'aſſiégeant ſera un tems conſidérable pour parvenir à ſe loger ſur le chemin couvert, parce que ces fourneaux pourront bouleverſer par trois repriſes différentes le terrein que l'ennemi occupera, ſans pouvoir éluder l'effet des mêmes fourneaux que ſon mineur chercheroit en vain à éventer. Je ſuppoſe auſſi que les ſappes ſeront continuellement en bute à un feu raſant de canon & de bombes tirées à ricochet, partant de certains petits ouvrages conſtruits au pied du glacis, & ſur leſquels les batteries de l'aſſiégeant ne ſauroient avoir priſe. Je laiſſe à penſer la difficulté de parcourir un terrein auſſi meurtrier & la terreur qu'il inſpirera à l'ennemi ; cependant comme après bien du monde & du tems perdu, je le ſuppoſe logé ſur le chemin couvert, c'eſt ici où l'on pourra plus qu'ailleurs lui faire eſſuyer de nouvelles diſgraces, en détruiſant ſes batteries par l'effet d'autres mines qui chaſſeront dans la place ſon canon au pouvoir de l'aſſiégé ; ce qui peut s'exécuter pluſieurs fois, ainſi que nous l'avons fait aſſez heureuſement avec du canon de 24 à l'école d'artillerie de la Fere, dans les années 1725 & 1739.

Idée de ce que l'on peut exécuter de la part des mines & de l'artillerie pour la défenſe d'une contreſcarpe.

Le grand point eſt d'empêcher que le mineur aſſiégeant ne parvienne à renverſer dans le foſſé le revêtement de la contreſcarpe : c'eſt ce qu'il ne pourra faire que fort tard ſi les contremines du chemin couvert ſont bien entendues, car il n'en faut

pas juger par le peu de succès qu'elles ont eu dans certain siége, mais bien par ce qu'on peut exécuter de mieux.

Maniere de defendre l'accés des pieces de dehors en déblayant les décombres des breches par l'effet des mines.

965. Comme jusques-là les fossés seront toujours restés à sec, j'ajouterai que lorsqu'enfin l'assiégeant, à force de constance, sera parvenu à battre en breche par du canon que le mineur assiégé ne pourra plus tourmenter, il lui restera au moins la satisfaction de déblayer les décombres des breches, en les jettant aux yeux de l'ennemi autant de fois qu'il se présentera pour monter à l'assaut, afin de lui ôter les rampes qu'il aura formées & ne lui laisser qu'un escarpement impraticable.

Pour pouvoir disposer à son gré des eaux de la riviere que nous avons supposé traverser la ville, il faut que son grand fossé soit distribué de maniere que chaque front particulier puisse être inondé & mis à sec alternativement aussi souvent qu'on le voudra, indépendamment de l'état où l'on jugera à propos de laisser les fronts collatéraux; que les fossés des demi-lunes & des autres dehors, puissent avoir le même avantage, c'est-à-dire être balayées par un flux & reflux qui n'ait d'autre loi que la volonté du gouverneur; que ces effets puissent se passer dans les fossés des mêmes dehors sans aucune relation avec celui de la place, ni même entre eux, afin que tandis que l'on donnera des chasses d'eau dans les uns, le mineur assiégé puisse opérer tranquillement dans les autres, quoique contigus.

Description d'une fortification relative aux maximes précédentes. Pl. XXXIV.

966. Si l'on considere la planche XXXIV, comprenant la moitié d'un octogone, on verra que traversé par une riviere qui coule du sud au nord, on a disposé les parties de la fortification en conséquence des maximes précédentes, eu égard à deux suppositions; la premiere, que les bastions 6 & 12 sont séparés de l'enceinte par un fossé, comme au neuf Brisack, ce que l'on eût fait régner de même tout autour de la place, si l'on n'avoit mieux aimé présenter les choses sous deux faces différentes; la seconde, que les bastions 20 & 25 sont comme à l'ordinaire, avec cette circonstance qu'ils ont à la gorge un petit fossé OPQ, VXY contigu à ceux des courtines moyennant un aqueduc pratiqué sous chaque flanc, pour qu'au besoin l'eau puisse circuler autour de la place, comme on le va voir.

Maniere de faire circuler la riviere autour de l'enceinte.

967. La riviere étant soutenue à son entrée & à sa sortie par les batardeaux E, F, A, & D, Z, il est certain que lui laissant la liberté de couler, tous les fossés resteront à sec aussi long-tems qu'on le voudra, puisque selon notre supposition ils ne peuvent recevoir de l'eau que de sa part; mais s'il y avoit une écluse placée

cée en B & une autre en C, afin d'avoir une double retenue & qu'on vînt à fermer l'une des deux, elles occaſionneront une inondation dans la campagne du côté du ſud, ſi le terrein le permet; alors cette partie de la place deviendra moins acceſſible que le reſte, par conſéquent ne ſera pas celle à laquelle l'aſſiégeant s'attachera. Si cette raiſon ne ſuffiſoit pas pour l'en détourner, il faudroit fortifier ce même côté plus que les autres, afin qu'il ne puiſſe ſe rendre maître des eaux ſans eſſuyer des difficultés équivalentes à celles qu'il voudroit éluder ailleurs.

D'autre part, la riviere vers le nord n'étant plus entretenue par le courant deviendra à ſec; alors pour peu que ſon fond ſoit plus bas que celui des foſſés de la place, auxquels je ſuppoſe un peu de pente à meſure qu'ils approchent du côté d'aval, il eſt certain que ſi l'on ouvre l'écluſe du batardeau F & que les tenailles ne laiſſent aucune iſſue entr'elles & les flancs des baſtions, où je ſuppoſe des batardeaux G, I, L, N, R, T, l'eau qui ſortira de cette écluſe circulera autour de l'enceinte, & viendra ſe rendre dans le canal Z pour s'écouler après s'être échappée par l'aqueduc Y. On aura donc la liberté de faire prendre ce cours à la riviere quand on le jugera néceſſaire, & de produire le même effet autour de l'autre moitié de la place qui regarde l'eſt, puiſqu'il ſuffira, pour cette ſeconde opération, d'ouvrir les écluſes des batardeaux A & D. Pl. XXXIV.

968. Comme nous ſuppoſons d'autres batardeaux avec écluſes placés aux endroits K, P, X, on voit qu'en tenant le dernier X fermé & les deux autres ouverts, de même que le premier F, tout le foſſé précédent ſe remplira d'eau, au niveau de la riviere priſe dans le canal E, tandis que le grand foſſé *i k l m n o p q r s*, reſtera à ſec. Mais ſi l'on vouloit qu'il n'y eût qu'une partie du premier qui fût inondée, comme depuis F juſqu'en K ou en O, alors il ſuffira de fermer l'écluſe du batardeau K ou P, pour ne point permettre à l'eau de paſſer plus loin. Si au contraire on vouloit que l'une des deux parties précédentes reſtât à ſec & qu'il n'y eût qu'une des ſuivantes KO ou KOQV qui fût inondée, il faudroit fermer l'écluſe K ou l'autre P, de même que celle qu'on ſuppoſe en S dans le canal YZ; laiſſer à la riviere la liberté de ſe rendre juſqu'en S, pour qu'en entrant par l'aqueduc Y, elle ſe rende dans le foſſé dont il s'agit, enſuite refermer l'écluſe S & ouvrir les autres B, C, S, pour laiſſer écouler les eaux ſuperflues. Enfin ſi l'on avoit des raiſons pour ne garder l'eau que dans la partie KO ſeule-

Poſition des batardeaux, pour n'avoir de l'eau que dans les endroits où on voudra la conſerver.

ment, on le pourra en fermant les écluſes P, C, & en ouvrant les autres X, S, juſqu'au parfait écoulement de l'eau compriſe dans l'eſpace Q, P, V, X; après quoi l'on refermera la premiere X pour remettre les choſes dans le premier état. Ceci bien entendu, je paſſe à ce qui regarde les foſſés des demi-lunes.

Diſpoſition qu'il faut faire pour inonder quand on voudra le foſſé d'une demi-lune, en maintenant à ſec celui de la place.

969. Pour faire enſorte que le foſſé de chaque demi-lune puiſſe s'inonder ſéparément, enſuite être mis à ſec, puis ſubmergé tout de nouveau, alternativement autant de fois qu'on le voudra, ſans être obligé de lâcher les eaux dans le grand foſſé, qu'on a intérêt de maintenir praticable; il faut, 1°. faire les batardeaux *e* répondant à la gorge de la demi-lune 16 que nous prenons pour exemple. 2°. Conſtruire le long de l'intérieur du revêtement de la même gorge les poternes *b c d* & *b f g*, ayant une entrée commune *b* pour qu'en débouchant par les ſorties *d*, *g*, la garniſon puiſſe paſſer dans les places d'armes 18 & 19, en montant par les rampes *t*, *u*, aſſez larges pour voiturer le canon. 3°. Ménager en déblayant les terres du grand foſſé *m*, *n*, *o*, *p*, une caponiere 15 conforme au profil exprimé par la fig. 2, où l'on ſuppoſe que AB marque le fond du même foſſé; C D, le niveau où pourront monter les plus hautes eaux; EF, celui du terre-plein de la demi-lune; A, G, I, K, les maſſes de terre qu'on a laiſſées pour former les parapets G faits en glacis GC, GD.

On obſervera que la tenaille eſt diviſée en deux parties ſur la prolongation du fond de la caponiere, & que l'on peut paſſer de l'une à l'autre à l'aide d'un petit pont *a*; qu'il y a en M une écluſe fermée par deux vannes, comme à la fig. 4, relative à l'article 572, que l'on ne poſe dans les couliſſes avec le chaſſis qui les ſoutient, que quand le chemin couvert eſt pris, afin d'avoir la facilité de retirer dans la place le canon qu'on aura fait paſſer dans les dehors. Ainſi tant que le foſſé de la demi-lune reſte à ſec, on peut parcourir le fond de cette caponiere qui aboutit aux poternes précédentes; mais comme elle ſert auſſi de canal pour conduire les eaux dans le même foſſé, en les faiſant paſſer par les poternes, alors la communication avec la demi-lune ſe fait par les banquettes H I de niveau au terre-plein de la tenaille, parce que ces banquettes répondent à des degrés N, pratiqués dans l'intérieur du reduit 16. Il eſt à remarquer que ſi l'on vouloit paſſer de ce réduit dans le foſſé *h* lorſqu'il eſt à ſec, on y peut deſcendre par les rampes I L répondant au pied des mêmes degrés & à l'entrée *b* des poternes.

Pl. XXXIV.

Fig. 2.

970. Après que le mineur assiégé aura épuisé tous les moyens de défendre la contrescarpe & la breche de la demi-lune, & que le tems sera venu de lâcher les eaux dans son fossé, on le fera en fermant l'écluse P & en laissant ouvertes les trois autres F, K, M, parce que les eaux de la riviere arrivées dans le fossé R, O, passeront dans celui de la demi-lune; ensuite on fermera les écluses F, M, & l'on ouvrira les autres P, X, S, pour laisser écouler l'eau du fossé de l'enceinte, au cas que l'on ait besoin de l'avoir à sec.

Opération du mouvement des eaux, en conséquence des dispositions précédentes.

Supposant qu'au bout de quelque tems on veuille vuider celui de la demi-lune, pour détruire tout de nouveau les ponts & les épaulemens que l'ennemi y aura faits, on voit qu'en maintenant les écluses précédentes dans le cas où l'on vient de les laisser, & en ouvrant celle qui est en M, les eaux de ce fossé s'écouleront vers le nord, parce qu'on suppose leur avoir ménagé un peu de pente en venant vers la place; ainsi les choses se remettront dans leur premier état jusqu'à ce qu'on juge à propos de recommencer la manœuvre précédente.

971. On voit, par l'élévation de la gorge de la demi-lune représentée au profil, que son terre-plein étant supérieur de vingt-deux pieds au fond du grand fossé, & que celui du réduit en ayant neuf de profondeur, il se trouvera encore trois pieds au-dessus des plus hautes eaux, que nous supposons de dix pieds; ainsi le mineur assiégé aura l'avantage de travailler à sec dans ce fossé, & de conduire des rameaux sous le terre-plein de la demi-lune, pour renverser les logemens de l'assiégeant. Cependant ce dernier ne pouvant se rendre maître du réduit sans transporter du canon dans la demi-lune, comment y parviendra-t-il, vu le mouvement continuel des eaux, & la difficulté d'établir ses batteries dans un lieu aussi resserré & si fréquemment bouleversé par les mines? Il est vrai qu'il en fera aussi de son côté; mais dans la guerre souterraine de mineur à mineur, on ne peut contester qu'à bravoure égale, celui de la place n'ait l'avantage, parce que ses dispositions sont toutes faites pour bien recevoir son ennemi, au lieu que ce dernier ne peut travailler qu'à tâtons, au risque d'être étouffé par le camouflet. S'il est arrivé dans plusieurs sieges que les réduits n'ayent pas été disputés aussi long-tems qu'ils auroient dû l'être, cela vient apparemment de ce que ceux qui les défendoient n'avoient point pour leur retraite une communication assurée avec le corps de la place. Ici nul motif ne peut empêcher de braves gens, non-seulement de ne se retirer

Difficultés qu'on peut opposer à l'assiégeant, pour retarder la prise du réduit de la demi-lune.

qu'à la derniere extrêmité, mais de revenir reprendre l'ouvrage & en chaſſer l'ennemi, comme on l'a fait en tant d'occaſions glorieuſes, où les places ſe ſont bien défendues. C'eſt afin de procurer à la garniſon le même avantage, que je n'ai compoſé ce réduit que d'un ſimple mur crénelé de ſix pieds au ſommet ſans parapet de terre, pour n'en point trop diminuer la capacité; d'ailleurs comme il ſe rencontre ici autant de difficulté à y faire breche que s'il avoit plus d'épaiſſeur & qu'on y eſt bien à couvert, je n'ai point héſité d'en uſer ainſi.

Pl. XXXIV.

On peut, quoique le foſſé de la demi-lune ſoit inondé, mettre à ſec le fond de la caponiere, pour y placer des troupes de réſerve: les flancs des réduits font que l'ennemi ſera obligé de prendre trois demi-lunes au lieu d'une.

972. Pouvant arriver que le fond de la caponiere deviendroit fort utile à placer du monde deſtiné à ſoutenir ceux qui voudroient ſortir du réduit pour des coups de vigueur, on pourra, quand on le voudra, la maintenir à ſec, quoique le foſſé de la demi-lune reſte inondé, en ménageant à l'entrée de la poterne des couliſſes pour former un batardeau dont l'exécution ne demandera que trois ou quatre heures au plus; alors ouvrant l'écluſe M, les eaux incommodes s'écouleront.

On remarquera que ce qu'on vient de dire de la demi-lune 17, peut également s'appliquer aux deux autres 11 & 24, que l'ennemi ſera auſſi dans la néceſſité de prendre, s'il a fixé ſes attaques aux baſtions 12 & 20, ne le pouvant qu'après s'être mis en poſſeſſion des réduits 10, 16 & 23; la raiſon eſt que chacun de leurs flancs ſe trouve percé de deux embraſures pour placer autant de pieces de canon deſtinées à battre de revers les troupes logées ſur les breches, ſans que jamais l'aſſiégeant puiſſe éteindre le feu des quatre pieces dont l'accès de chacun de ces baſtions ſera défendu, parce que ces pieces ne peuvent être apperçues de dehors.

De quelle maniere on peut inonder telles parties que l'on voudra du grand foſſé, en maintenant les autres à ſec.

973. Je n'entre point dans le détail des ſorties & de toutes les chicanes que l'aſſiégé peut faire dans un foſſé ſec, ſous la protection du feu de la caponiere, pour s'oppoſer aux établiſſemens que l'ennemi voudra faire. Je répéterai ſeulement que c'eſt ici que la garniſon a plus d'intérêt que jamais de faire ſauter les batteries du chemin couvert, d'en attirer le canon dans les baſtions & de déblayer, par l'effet des fourneaux ménagés au pied de leurs faces, les décombres des breches, pour ôter tout moyen d'y monter.

Suppoſant que l'ennemi a renverſé le revêtement de la contreſcarpe, afin de battre le rempart auſſi bas qu'il le faut pour n'avoir plus d'eſcarpement qui l'arrête, & qu'il ſe trouve en état de monter à l'aſſaut; c'eſt alors qu'il convient de faire uſage des

eaux pour reculer de nouveau ſes progrès, mais avec tant d'économie, qu'on ſoit toujours à portée de lui oppoſer une ſource inépuiſable de difficultés.

Si l'on ſe rappelle que nous avons ſuppoſé des batardeaux à écluſes placés aux endroits I, L, N, R, venant à les ouvrir auſſi bien que les autres F, K, P, il ſuffira de tenir fermée celle qui eſt en X pour inonder les foſſés *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, & maintenir à ſec les autres adjacentes *i k* & *r ſ*, ſelon qu'on le jugera convenable; enſuite on pourra, en fermant les mêmes écluſes F, I, L, N, R, & en ouvrant les autres P, X, S, faire écouler les eaux qui ſont aux gorges des tenailles, pour ne conſerver que celle qui eſt en avant, afin d'avoir la liberté d'agir dans le foſſé précédent.

974. On pourra de même mettre à ſec le grand foſſé, par une manœuvre toute ſemblable, afin de pouvoir faire de nouvelles ſorties, & donner après cela des chaſſes d'eau dans le même foſſé par une voie différente de la précédente. Elle ſe réduit à remplir d'eau les eſpaces *i k* & *r ſ*, de même que l'intérieur F, K, P, V, en tenant fermées les écluſes I, L, N, R, T, enſuite à faire pendant la nuit des coupures dans les parapets des caponieres 9, 15 & 22, par leſquelles les eaux venant à s'échapper, formeront des torrens qui couleront à grands flots de toutes parts vers les arrondiſſements *m* & *p* pour y ſubmerger & entraîner tout ce que les eaux rencontreront; ce que l'on répétera autant de fois que l'on voudra, en faiſant évacuer les précédentes, pour recommencer le même effet.

Comment on peut évacuer les eaux des parties qu'on aura inondées, enſuite lâcher des torrens capables de retarder plus que tout le reſte les progrès de l'aſſiégeant.

On obſervera que quoique l'ennemi ait du canon ſur la contreſcarpe pour battre les flancs, il ne peut en faire uſage contre les caponieres, parce qu'étant compriſes entre deux parapets en glacis GC, GD, dont je ſuppoſe la pente imperceptible juſqu'à la rencontre de la ligne AB prolongée, les boulets n'y pourront mordre, ſur-tout étant tirés de haut en bas; ils feront un ricochet qui les relevera en l'air, de-là ils iront du côté oppoſé à la batterie, & feront moins de tort à l'aſſiégé qu'à l'aſſiégeant, dont ils tourmenteront les ailes de l'attaque. Comme on peut fermer le foſſé de chaque demi-lune par de ſemblables parapets, qui tiendront lieu des batardeaux que nous avons ſuppoſé répondre aux épaules, l'ennemi ſera également privé de les ruiner, par conſéquent d'interrompre la manœuvre des eaux: ſans compter qu'on épargnera la maçonnerie qu'il faudroit pour ces batardeaux. L'aſſiégé a d'autant plus d'intérêt de pouvoir

exécuter ſans interruption tout ce que nous venons d'expoſer, qu'il empêchera le mineur ennemi de s'attacher au pied du revêtement des ouvrages, parce que s'il entreprenoit d'y faire breche par la mine, quand le foſſé ſe trouvera à ſec, on ſera toujours à portée de le noyer dans ſon trou.

Pl. XXXIV. J'ajouterai qu'il ſeroit bon d'avoir une cunette dans le milieu du foſſé de la place qui fût aboutir par des rigoles aux petites écluſes d'où partent les eaux, afin de recevoir celles du fond, quand après avoir inondé ce foſſé, on jugera néceſſaire de le mettre à ſec. Il ſeroit auſſi convenable de faire une petite écluſe au pied de chaque banquette, dans l'intérieur des caponieres, répondant à un aqueduc qui paſſeroit ſous le parapet, pour joindre la cunette, afin de s'en ſervir au lieu de coupures pour cauſer les torrens dont je viens de parler. Je laiſſe cet expédient à la diſcrétion de ceux qui voudront faire uſage des moyens que je propoſe de défendre les foſſés par le jeu des eaux, les priant de ne conſidérer mes idées que comme un acheminement qui pourra leur en faire naître de meilleures, & c'eſt tout ce que je deſire.

Ce ſeroit ici l'endroit de m'étendre ſur ce que l'on peut exécuter de merveilleux de la part des mines & de l'artillerie, pour défendre les baſtions détachés, ou que l'on a retranchés à la gorge; mais par-là j'anticiperois ſur le premier ouvrage que l'on attend de ma plume: c'eſt pourquoi j'y renvoie, auſſi-bien que pour l'explication des endroits ſur leſquels je n'ai fait que gliſſer, & que j'oſe dire mériter la plus ſérieuſe attention, quand on voudra faire un bon uſage de la poudre & n'en pas brûler la plus grande partie en pure perte.

Je dirai cependant que quoique les breches ſcient praticables, ce n'eſt pas une raiſon qui puiſſe autoriſer une place à ſe rendre, tant qu'elle ne ſera point en danger d'être emportée d'aſſaut; c'eſt même le tems où le ſort de l'ennemi ſera le plus à plaindre, par la difficulté d'entamer l'enceinte, ſi elle eſt iſolée, comme dans la partie gauche de notre plan. Que ne lui en coûtera-t-il pas pour faire paſſer du canon dans les baſtions attaqués, ſi les breches ſont battues en dedans comme en dehors, & le terre-plein labouré de toute l'artillerie des collatéraux, parce que je ſuppoſe qu'on raſera ſubitement avec la poudre tous les parapets de ceux qui ſeront attaqués, dès qu'on ſera obligé de les abandonner, afin de ne point laiſſer d'épaulemens à l'aſſiégéant & de pouvoir le découvrir en plein, de front, de flanc & de revers. Je paſſe ſous ſilence les bombes, les pierres, & tous les

feux d'artifices dont il ſera accablé, & les mines qui ne laiſſeront ſubſiſter aucun de ſes logemens, qu'on pourra culbuter autant de fois qu'il les rétablira, ſi ces mines ont été diſtribuées comme je ſens qu'elles peuvent l'être. Je demande ſi ce n'eſt pas là le tems du ſiege où l'on peut le mieux déconcerter l'ennemi le plus opiniâtre, ſur-tout quand il verra ſes communications avec la contreſcape ſans ceſſe coupées par le mouvement des eaux du grand foſſé.

Remarque ſur l'attention qu'on a eu de de dérober ici toutes les écluſes au canon de l'ennemi. Ce qu'il peut faire pour éviter l'action des eaux précédentes & le moyen d'obvier à tout inconvénient.

975. Je crois n'avoir pas beſoin d'obſerver que toutes les écluſes ſont ici parfaitement à l'abri du canon de l'aſſiégeant, & diſtribuées de maniere que, moyennant les parapets des caponieres, les eaux ſe trouveront partagées quand on voudra dans de grands baſſins indépendans les uns des autres; d'où il ſuit que ſi par la diſpoſition des environs de la place, quelque partie de foſſé pouvoit être ſaignée, ce ſeroit ſans préjudice aux autres, ni aux effets qu'on doit attendre des baſſins précédens, comme on en ſera convaincu pour peu qu'on y réfléchiſſe. Le ſeul inconvénient à craindre eſt que l'ennemi prévenu de la peine qu'il doit eſſuyer de la part des eaux, ne prenne le parti de détourner la riviere au cas que cela ſoit poſſible : alors ſuppoſant qu'il puiſſe y parvenir, il faut, dès que l'on verra qu'il a déterminé ſes attaques, remplir proviſionnellement d'eau tous les foſſés des côtés oppoſés, qui en fourniront autant qu'il en faudra pour exécuter les opérations précédentes.

On trouvera dans le traité de fortification que l'auteur deſtine au public, des exemples encore plus variés de l'uſage qu'on peut faire des eaux pour la défenſe des places.

976. Voilà un crayon du bon uſage qu'on peut faire des écluſes pour la défenſe des places, à laquelle on peut donner encore beaucoup plus d'étendue, comme je le ferai voir dans le traité de fortification, que je promets depuis ſi long-tems. Si je differe toujours de le publier, c'eſt qu'un ſujet auſſi épineux ne ſauroit être travaillé avec trop d'attention : ſi j'avois été moins difficile, il y a plus de vingt-huit ans qu'il ſeroit au jour, à la vérité dans un état, quoique paſſable, dont je ſerois peu ſatisfait aujourd'hui, que l'expérience & de continuelles méditations ſur ce qui appartient à la guerre des ſieges, m'ont fourni des connoiſſances au-deſſus de celles qu'on a vulgairement.

Si l'on a bien ſaiſi les vues que je viens d'expoſer, on conviendra qu'il n'eſt guere poſſible de tourmenter davantage l'aſſiégeant que j'ai inſinué qu'on pouvoit le faire, ſans fatiguer la garniſon, puiſque le fort de la défenſe roulera ſur l'artillerie, les mineurs & quelques écluſiers dirigés par ceux qui auront la confiance d'un gouverneur réſolu de ſe bien défendre.

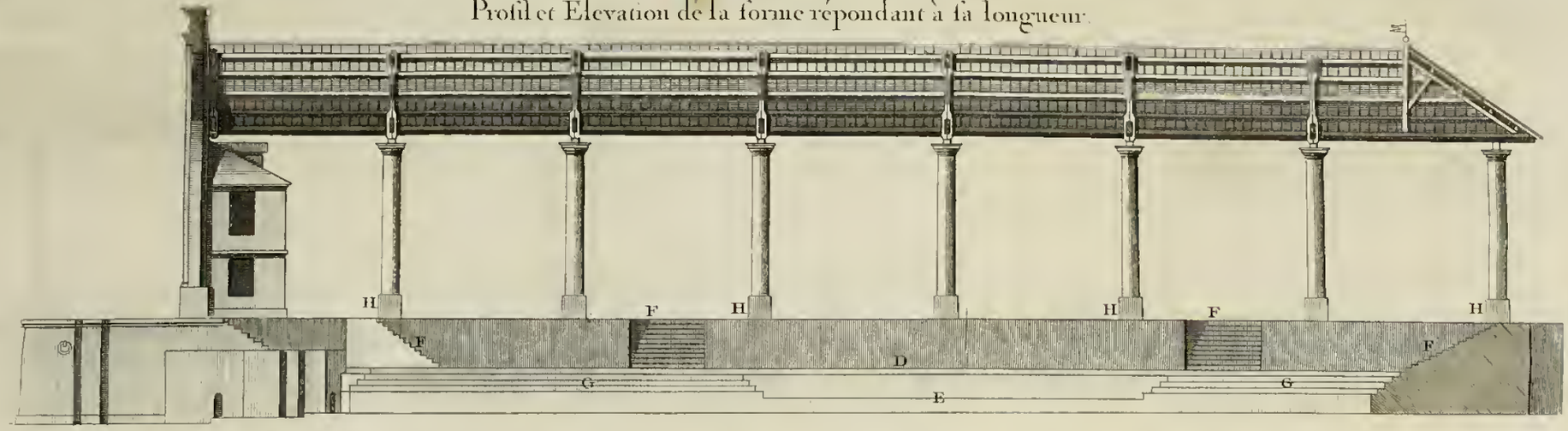
Ce n'eſt donc pas toujours dans le grand nombre des ouvrages extérieurs, qui demandent beaucoup de monde & de vivres pour ſe ſoutenir long-tems, que conſiſte la force des places, mais bien plutôt en un génie fécond en ruſes & ſecondé de la bravoure. M. Dupuis-Vauban a prouvé cette vérité dans la brillante défenſe qu'il fit de Bethune, en 1710, où il trouva le moyen, en manquant pour ainſi dire de tout, de faire acheter cette place plus cherement aux ennemis, que ne leur avoit coûté Tournay : ce qui montre combien la différence d'un homme à un autre influe ſur les événemens de la guerre les plus importans; mais ces réflexions nous meneroient trop loin, c'eſt pourquoi je finis ce troiſieme livre, & je vais entamer le dernier de cet ouvrage.

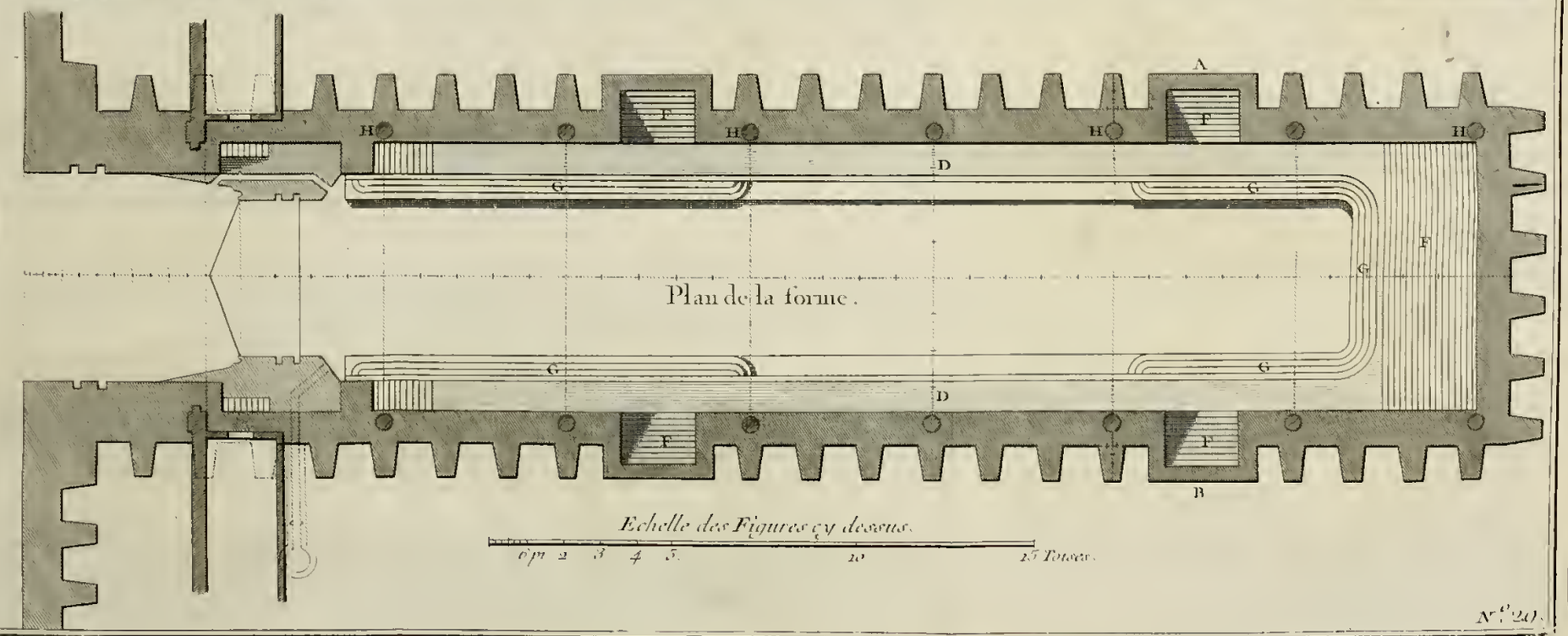
Fin du troiſieme livre.

Dessein d'une forme pour la construction des Galéres à l'imitation de celles que l'on voit à Marseille.

Profil et Elevation de la forme répondant à sa longueur.

Voir Pl. XVII pour coupe de section. fig 4.





Plan de la forme.

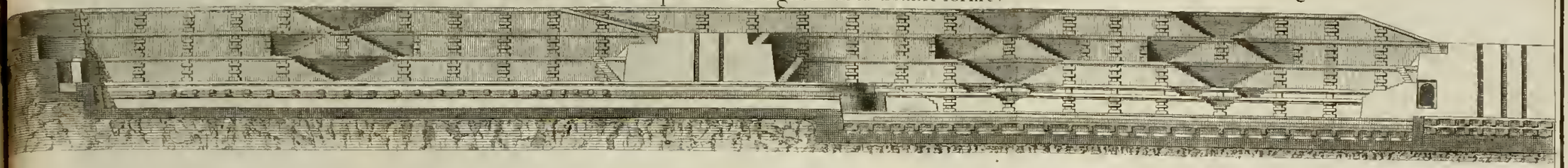
Echelle des Figures cy dessus.

0 pi 2 3 4 5. 10 15 Toises.

N.° 20.

Dévelopement des nouvelles formes de Rochefort, servant au Radoub des Vaisseaux.
Profil et Elevation pris sur la longueur de la double forme.

Figure Iere.

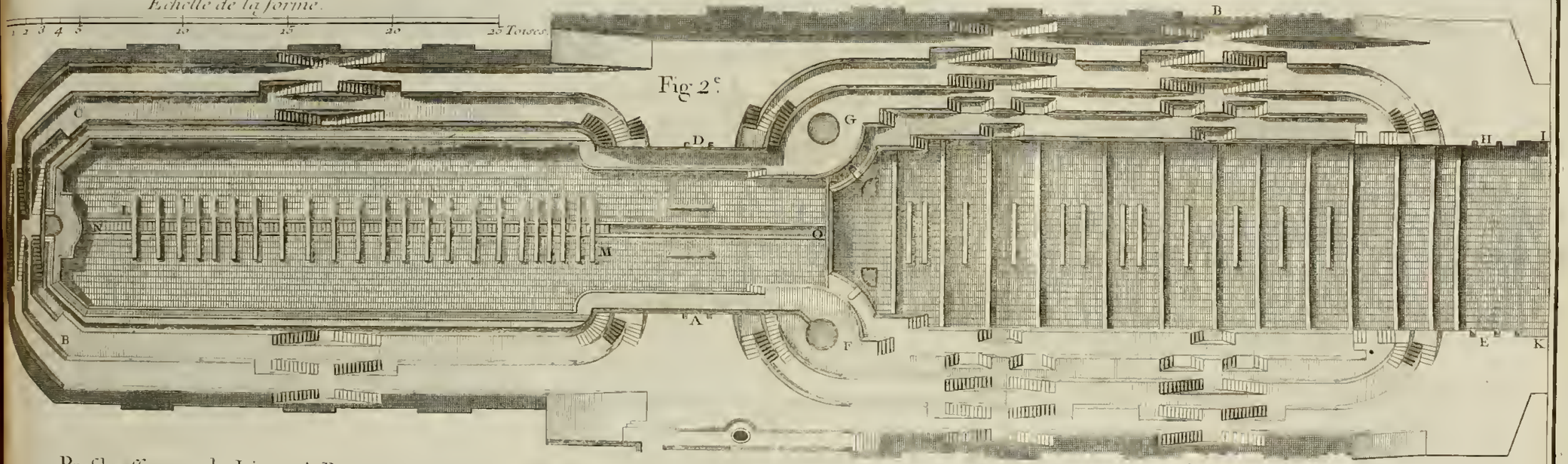


Echelle de la forme.

1 2 3 4 5 10 15 20 25 Toises.

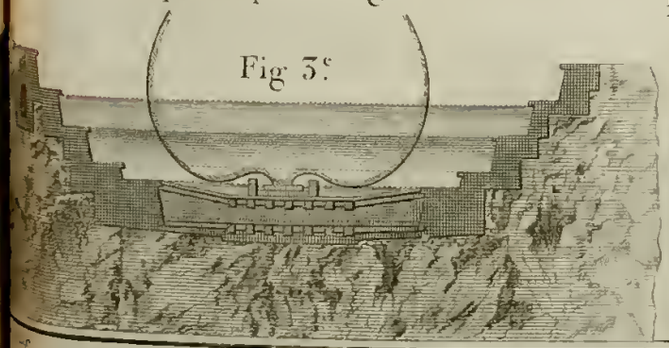
Plan de la double forme de Rochefort.

Fig 2.e



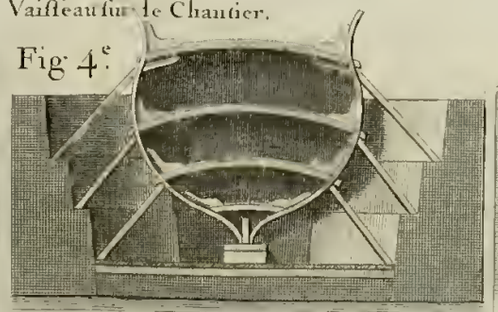
Profil passant par la Ligne A B.

Fig 3.e



Profil en travers de la forme de Brest avec un Vaisseau sur le Chantier.

Fig 4.e



Profil d'une Ferme pour retenir les Mats au fond de l'Eau.

Fig 5.e

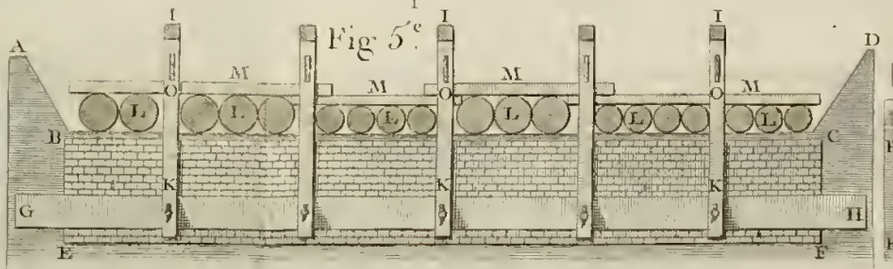
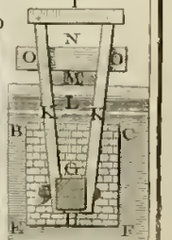


Fig 6.e



N.° 30

Developement d'une grande Ecluse éxécutée à Metz pour former l'inondation de la haute Seille.

Figure I.ere

Echelle des Figures 3. 4 et 5.

6 pi. 18. 30.
12. 24. 60 pi

Fig 2.e

Fig 3.e

Fig 4.e

Fig 5.e

Elevation prise sur la moitié AB de l'Ecluse de sa largeur.

Glacis de la fuite des Eaux.

Plan de l'Ecluse pris a la hauteur du Radier.

Elevation d'une des Piles

Profil coupé sur la longueur du second passage C D de l'Ecluse.

Risberme.

Glacis.

1.er Passage

2.e P.

3.e P.

4.e P.

Pile.

Pile.

Coté de la haute Seille.

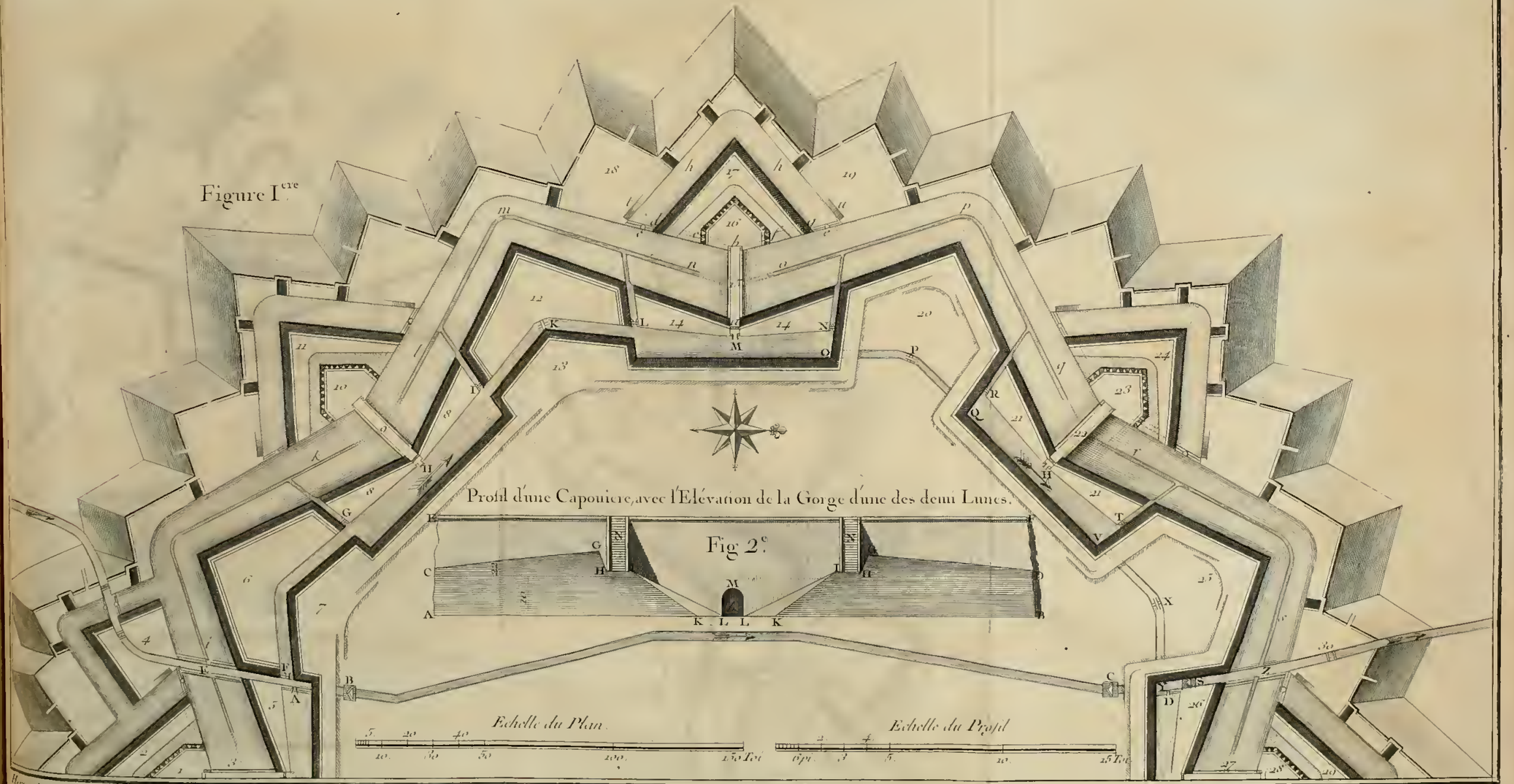
N.o 31.

Herisset Sculp. N.32.

Lucas Sculp. A. Porte d'Havré B. Porte de Nimy C. Porte du Parc D. Porte du Rivage E. Porte de Bertaimont F. Porte d'Eau ou de la Guerite G. Fort de la Haute N.° 33.

Plan d'une nouvelle maniere de défendre les Places par le jeu des Eaux, relatif à la troisiéme sections du Chapitre XIII.

Figure I.cre



Profil d'une Caponiere, avec l'Elévation de la Gorge d'une des demi Lunes.

Hansard Sculp.

N.o 34.

ARCHITECTURE
HYDRAULIQUE.

Qui comprend l'art de diriger les eaux de la mer & des rivieres à l'avantage de la défenſe des places, du commerce & de l'agriculture.

LIVRE QUATRIEME.

De la maniere de rendre les rivieres navigables, de conſtruire les canaux de navigation, ceux d'arroſage, & ceux de deſſéchement.

CHAPITRE PREMIER.

Comprenant des recherches ſur la nature des fleuves, eu égard aux accidens auxquels ils ſont ſujets, ſuivies des réparations qu'on peut y faire.

Diſcours préliminaire ſur la nature des fleuves. Diviſion de ce chapitre.

977. LA connoiſſance de ce qui arrive aux fleuves par rapport à la navigation & aux campagnes qui en peuvent être inondées, intéreſſe trop la ſociété pour ne m'y être point appliqué particuliérement, afin que les cauſes des accidens étant

bien connues, on puiſſe en arrêter le cours par des réparations convenables aux effets de la nature. Comme le célebre *Guglielmini*, premier mathématicien de l'univerſité de Bologne, mort en 1710, & *Famien Michelini*, ingénieur du grand duc de Toſcane, ont écrit ſur cette matiere, j'ai profité de leurs connoiſſances en compoſant ce chapitre, où j'ai fait enſorte de comprendre ce qu'ils ont dit de plus utile, principalement le premier. Mais il eſt entré dans de ſi grands raiſonnemens, que je n'aurois pu en rendre l'eſprit qu'au préjudice des autres ſujets qui devoient être compris dans ce quatrieme livre; ainſi j'ai abrégé le plus qu'il m'a été poſſible, étant naturel de donner quelque préférence aux ſujets qui n'avoient point encore été traités : cependant comme la matiere peut être réduite à un certain nombre de maximes propres à déduire des conſéquences applicables à la pratique, j'ai lieu de croire que j'en ai aſſez dit pour mettre le lecteur en état d'opérer avec ſuccès dans tous les cas qui peuvent ſe préſenter. Pour en juger on ſaura que j'ai diviſé ce chapitre en trois ſections ; la premiere comprend ce qui arrive aux fleuves ſelon leur profondeur, largeur & pente; dans la ſeconde, on en conſidere l'action relativement à la ténacité de leur lit & aux cauſes des attériſſemens qui s'y forment; & dans la troiſieme on traite des moyens d'y remédier par des épis ſitués convenablement.

SECTION PREMIERE.

Du cours des fleuves conſidérés ſelon leur largeur, profondeur & pente.

Recherches ſur la cauſe de la vîteſſe naturelle de l'eau des fleuves.

978. L'eau des fontaines venant à ſe réunir pour former une riviere, accélere d'abord ſon mouvement lorſque ſon lit part des montagnes qui lui donnent une pente fort ſenſible ; mais après avoir parcouru un certain chemin, ſa vîteſſe ſe réduit bientôt à l'uniformité par la diminution de cette pente, & par les réſiſtances que préſentent le fond & les ſinuoſités des bords, qui ſont autant de cauſes propres à détruire la plus grande partie de la vîteſſe acquiſe ; de ſorte que la répétition ſucceſſive des mêmes obſtacles, pourroit à la fin abſorber entiérement la vîteſſe reſtante, ſi la riviere n'acquéroit de la force pour les ſur-

monter. L'eau ne pouvant retarder ſon mouvement ſans ſe gonfler, regagne ſouvent plus de vîteſſe qu'elle n'en a perdu. Pour bien entendre cette vérité, il importe extrêmement de conſidérer que la pente ne ſuffit pas pour obliger les eaux de couler, il leur faut néceſſairement le ſecours de leur fluidité, qui fait qu'une partie des mêmes eaux ne peut être arrêtée ou retardée ſans que les autres en ſouffrent, parce que leur volume ſe trouvant élevé à une certaine hauteur, les colonnes ſupérieures preſſent les inférieures, & leur impriment un degré de mouvement égal à celui qu'elles auroient acquis par une chûte qui auroit pour hauteur celle des mêmes colonnes; ce qui montre que plus l'eau ſera élevée & plus elle aura de *vélocité:* à quoi l'on peut ajouter que s'éloignant davantage du fond, elle ſe reſſentira moins de la réſiſtance qui peut provenir de cette part.

Les fleuves ont plus de viteſſe dans les endroits où leur lit eſt rétreci, que dans les autres plus larges.

979. De-là vient que les fleuves ont bien plus de vîteſſe dans le tems de leurs crues que dans celui où les eaux ſont baſſes, principalement dans les endroits où leur lit eſt rétreci, parce que le même volume d'eau courante s'éleve davantage. Il eſt vrai que ce rétreciſſement rapprochant les rives du fil de l'eau, les obſtacles latéraux ſe font plus ſentir; mais ce que la vîteſſe du courant perd de cette part n'entre point en comparaiſon avec ce qu'elle doit acquérir par l'augmentation de ſa hauteur. On déduit de ce raiſonnement la néceſſité de renfermer entre deux jettées le chenal d'un port de mer, afin de l'approfondir par l'action de l'eau des écluſes de chaſſe, comme nous le ferons encore mieux ſentir dans la ſeconde ſection.

Il eſt certain que l'eau paſſant d'un lit étroit dans un autre plus large, pour s'étendre en ſuperficie, n'ayant plus tant de hauteur, doit diminuer de vîteſſe; mais il peut lui en reſter aſſez pour couler ſur une profondeur médiocre, juſqu'au terme où les obſtacles ne lui permettent plus de s'évacuer auſſi promptement que ſa quantité l'exige; alors celle qui reſtera en arriere croîtra en hauteur par l'union de celle qui la ſuit, & ſe ſoutiendra dans l'élévation qu'elle ſe ſera faite, de maniere à fournir le volume que le fleuve produit.

Les pentes & contrepentes du lit d'un fleuve, auſſi bien que les ſinuoſités de

980. Ce qui contribue encore à faire naître beaucoup d'inégalité dans la vîteſſe d'un fleuve, ce ſont les pentes & les contrepentes du fond, ſans parler de la figure de ſes rives, qui facilite ou retarde le cours des eaux; d'où il arrive qu'on les voit rarement couler d'une vîteſſe uniforme, ſur-tout quand elles ſont

ſes rives, contribuent beaucoup à rendre ſa viteſſe inégale.

baſſes ; au contraire, dans le tems des crues, la vîteſſe de leur ſurface paroît aſſez égale ; comme alors elles ſont troubles & qu'on ne voit pas ce qui ſe paſſe dans le fond, on ſeroit porté à croire que la même uniformité y regne, ſi la raiſon ne faiſoit ſentir qu'une plus grande hauteur d'eau ne détruit point ce qu'on a remarqué dans le fond lorſqu'on le voyoit diſtinctement.

Ce que la vîteſſe des fleuves, acquiſe par la pente, perd de la part des obſtacles, eſt le plus ſouvent réparé par la hauteur où l'eau s'éleve.

981. Il ſuit que dans les fleuves qui ont beaucoup de pente vers leur origine, la vîteſſe ſe tire plutôt de l'accélération cauſée par la chûte que du volume de l'eau ; mais que dans l'éloignement où ils ſe trouvent de cette origine, ſi l'inclinaiſon du lit devient inſenſible, & qu'à cette circonſtance il ſe joigne encore des obſtacles de la part du fond, tous les degrés de vîteſſe acquis par la chûte ſe trouveront détruits, ſans que pour cela le fleuve ceſſe de couler, parce que croiſſant en hauteur, comme je l'ai déja dit, à meſure que ſa vîteſſe premiere diminue, elle en acquiert une nouvelle qui remplace la premiere.

Puiſque le cours d'un fleuve dépend tant de ſa vîteſſe acquiſe par la chûte que de la hauteur du volume d'eau, il peut arriver que de toute la quantité qui paſſera par une ſection, la partie inférieure de l'eau ait pour cauſe de ſa vîteſſe la hauteur de celle qui la preſſe, & que la ſupérieure ait pour la ſienne la chûte premiere.

Difficulté de meſurer la vraie viteſſe d'un fleuve ; on n'en peut guere juger par celle de ſa ſurface, mais bien par la vîteſſe moyenne que cauſera l'énergie de l'eau.

982. De-là on peut conclure que les eaux d'un fleuve, priſes dans la même ſection, n'étant point produites par la même cauſe, il ne peut guere y avoir de regle pour meſurer la quantité que ce fleuve en fournit, ſur-tout ſi l'on en veut juger par celle de la ſurface, en y faiſant ſurnager un corps pour meſurer le chemin qu'il fait dans certain tems déterminé. Car ſi le fond n'a que peu ou point de pente dans l'endroit où l'on fait l'opération, la vîteſſe du fleuve aura pour principale cauſe l'*énergie* de l'eau ; alors les vîteſſes des lames priſes dans la même ſection, iront en croiſſant dans la raiſon des racines quarrées de leur profondeur, abſtraction faite de la réſiſtance cauſée par le fond. Cependant comme elle ne peut jamais être nulle, le retardement de celle qui lui répondra immédiatement troublera non-ſeulement cette gradation de vîteſſe, mais influera encore ſur celle des autres lames moins profondes, parce que l'adhérence ou viſcoſité, ou l'engrainement qu'ont enſemble les particules de l'eau, fait que la vîteſſe de celles du fond ne peut être retardée ſans que celles-ci ne retardent les autres qui ſont

au-deſſus, & ces dernieres les ſuivantes, mais toujours de moins en moins, à meſure qu'elles ſeront plus éloignées des premieres. C'eſt ainſi que nous voyons ralentir le mouvement de l'eau qui approche des rives, & celle qui lui eſt contiguë ſe reſſentir par gradation de la perte de cette vîteſſe. Par une raiſon contraire on remarque dans un canal où l'eau eſt dormante, que ſi l'on vient à ouvrir un pertuis placé au-deſſous de ſon niveau, ſa ſurface acquiert du mouvement qui ne peut être occaſionné que par l'adhérence qu'elle a avec les particules d'eau qui coulent au-deſſous. Cependant on peut, dans la meſure des eaux courantes, n'avoir point égard à ces variations, parce que les particules qui auront le plus de rapidité la partageront avec celle qui en ont le moins: d'où il réſulte que la vîteſſe moyenne eſt celle ſur laquelle il faut le plus compter.

983. C'eſt un préjugé aſſez général, même chez les gens de l'art, que les fleuves n'ont de cours qu'en vertu de la pente de leur lit, quoique perſonne n'ait encore démontré la néceſſité de cette pente, ni de combien elle devroit être, eu égard à la longueur du trajet; de-là viennent les différentes opinions des auteurs qui ont parlé de la conduite des eaux courantes, pour en eſtimer la pente; c'eſt ce qui arrive quand on flotte dans l'incertitude de ſavoir le point auquel on doit ſe fixer, cependant il ne falloit que des yeux pour ſe déſabuſer. Ne voit-on pas, quand on laiſſe échapper l'eau ſur toute la largeur de la ſection d'un canal horiſontal, qu'elle coule naturellement vers l'endroit où elle n'eſt plus retenue, ce qui ne peut arriver autrement. Car ſi la ſurface de l'eau ſe trouve un peu plus élevée que celle de la mer ou du fleuve qui doit la recevoir, cette différence de niveau en fera naître dans la hauteur des colonnes dont les baſes ſeroient compriſes ſur un même plan horiſontal: les plus hautes chaſſeront devant elles les plus baſſes; la ſurface de l'eau s'inclinant imperceptiblement ſur toute ſa longueur, coulera d'une vîteſſe réglée ſur la profondeur où elle ſe ſera réduite, relativement à l'abondance de la ſource qui la fournira; & ſi elle eſt intariſſable, comme nous le ſuppoſons, ce canal ne différera point d'un fleuve. Il n'eſt donc pas abſolument néceſſaire que ſon fond ait une pente pour que l'eau puiſſe couler, il ſuffit que vers ſon origine la ſurface de l'eau ſoit réguliérement plus élevée que celle du lieu où elle déterminera ſon cours; alors plus le volume qui doit couler ſur le même lit horiſontal ſera conſidérable, & plus ſa vîteſſe

C'eſt une erreur de croire que les fleuves n'ont de vîteſſe qu'à cauſe de la pente de leur lit, puiſque l'énergie de l'eau ſuffit pour lui en donner.

ſera grande, puiſqu'elle dépendra uniquement de la hauteur de l'eau.

Maximes déduites des principaux articles de cette ſection.

984. On peut conclure de tout ce qui précede : 1°. qu'il y a deux cauſes immédiates de la vîteſſe des fleuves, l'une la pente du lit, & l'autre la hauteur vive de l'eau, c'eſt-à-dire, de la ſection priſe depuis ſa ſurface juſqu'à la partie baſſe qui conſerve ſa vîteſſe propre au-deſſus des obſtacles.

2°. Que ces deux cauſes n'operent point enſemble, mais à raiſon de la plus grande force ; de ſorte que ſi l'accélération l'emporte ſur la hauteur vive de l'eau, c'eſt à la premiere, & non point à la ſeconde, que doit s'attribuer la vîteſſe, & au contraire.

3°. Que dans la même ſection l'une & l'autre de ces cauſes peuvent avoir lieu en même tems ; de ſorte qu'une partie tiendra ſa vîteſſe de la hauteur de l'eau, & l'autre de la pente du lit.

4°. Que dans les fleuves qui ont peu de pente, la vîteſſe provient preſque toujours de la hauteur vive de l'eau, & qu'au contraire dans ceux qui ont beaucoup de chûte, elle peut donner lieu plus que la hauteur de l'eau à la rendre rapide, comme cela arrive aux torrens.

5°. Q'on ne doit point toujours juger de la pente du lit d'un fleuve par ſa vîteſſe, puiſqu'entre les montagnes elle eſt ordinairement précipitée, au lieu que dans les plaines il n'y a que peu de pente ; d'ailleurs on ſait qu'aux endroits où il y a le moins de largeur, c'eſt préciſément ceux où les eaux ont le plus de vîteſſe, quoique ſouvent le fond n'ait guere de pente ; il eſt d'autant plus naturel de ne point s'y méprendre, que l'on voit que la vîteſſe d'un fleuve augmente à proportion des crues, quoique le fond reſte le même.

6°. Qu'un fleuve qui fournit par-tout une égale quantité d'eau, a néceſſairement ſes vîteſſes en raiſon réciproque des ſections correſpondantes, ce qui fait que dans les endroits les plus étroits ils ont plus de rapidité que dans les autres plus larges.

7°. Que les fleuves qui n'ont point de pente ſenſible ſeront d'autant plus rapides que la hauteur vive de l'eau ſera grande.

8°. Enfin que dans la meſure des eaux courantes, on doit faire enſorte que toute la vîteſſe de celle qui ſera renfermée dans la ſection dont on ſe ſervira, dépende de la ſeule hauteur de l'eau, & non pas de ſa pente ; ce qui peut ſe faire en ſe ſer-

vant des pertuis ou cataractes ſitués ſous ſa ſurface, pour l'obliger de ſe maintenir de niveau & d'augmenter ſa vîteſſe intérieure relativement au terme où elle reſtera conſtamment élevée, afin d'en pouvoir faire le calcul en multipliant ſa vîteſſe moyenne par la capacité du pertuis, comme nous l'avons enſeigné dans l'article 537 de la premiere partie de cet ouvrage.

SECTION II.

Où l'on examine l'action du cours des fleuves ſur leur fond & ſur leur berge ou rive.

Recherches ſur les cauſes qui ont déterminé le lit des fleuves.

985. L'expérience nous apprend que les fleuves approfondiſſent & élargiſſent leur lit à proportion de la force que l'eau a pour les corroder; c'eſt-à-dire que ſi ſon action eſt ſupérieure à la réſiſtance du terrein, elle en détachera des parties qu'elle entraînera avec d'autant plus de véhémence qu'elle aura plus de hauteur; ſi au contraire la ténacité ſe trouve ſupérieure à la force de l'eau, elle coulera ſimplement ſur ſon lit ſans y faire de progrès marqués. On peut donc croire que quand les fleuves ſe ſont formés, ils ont creuſé leur lit en profondeur & largeur auſſi long-tems qu'ils ont trouvé un fond ſur lequel leur force a pu s'exercer; mais que la ténacité devenue plus grande tandis que la hauteur de l'eau a diminué en s'étendant en largeur, il eſt ſurvenu une ſorte d'équilibre entre les forces agiſſantes & les réſiſtantes, qui a déterminé la largeur & la profondeur de leur lit, en ſuivant les ſeules loix de la nature.

On peut dont regarder comme un principe certain, que tant que la vîteſſe de l'eau ne trouvera point de réſiſtance de la part du fond & des rives, qui égale ſa force, elle ira toujours en approfondiſſant & en élargiſſant ſon lit, juſqu'au terme où, par la combinaiſon des cauſes opérantes & réſiſtantes, l'activité des premieres diminue, ou la force des ſecondes augmente, tant qu'enfin ces dernieres ſe trouvent égales aux autres ou les ſurpaſſent. Car ſi cela n'étoit point & qu'un fleuve continuât toujours à s'approfondir, ceux qui depuis le commencement du monde ſe ſont formé un lit en rongeant le terrein, auroient par laps de tems creuſé juſqu'aux plus profondes entrailles de la terre. Comme cela n'eſt point arrivé, on ne peut

douter que l'eau ayant diminué de vîteſſe à proporion de ſon étendue ſur une plus grande largeur, elle s'eſt enfin abaiſſée à une hauteur qui a réduit ſa force au-deſſous de la réſiſtance du fond & des berges. Auſſi voyons-nous que quand il leur arrive quelque altération, ce n'eſt jamais que dans les grandes crues, lorſque l'équilibre vient à ſe rompre au préjudice du terrein.

Démonſtration de la maniere dont l'eau agit pour approfondir le terrein ſur lequel elle coule.

986. Pour juger de quelle maniere l'eau d'un fleuve agit ſur le fond, nous en ſuppoſerons d'abord un parfaitement droit, ayant par-tout la même largeur & profondeur, avec une pente de lit uniforme, ſans être plus incliné vers une rive que vers l'autre, enſorte que la ſection de l'eau par un plan vertical & perpendiculaire aux rives, donne toujours une même ſurface; alors toutes les fois qu'il ſera queſtion d'un tel fleuve, nous le nommerons *fleuve réguliérement dirigé.*

Pour peu qu'on y faſſe attention, on verra que ſi le lit d'un fleuve réguliérement dirigé eſt par-tout homogene, mais ſuſceptible d'être entamé par l'action du cours de l'eau, un tel fleuve doit produire les mêmes choſes ſur toute ſa longueur, puiſqu'il n'y a pas de raiſon qui donne lieu à des différences dans ſes effets. Pour juger à quoi ils ſe réduiſent, conſidérez qu'un fleuve a deux mouvemens, l'un actuel, qu'il tient de ſa vîteſſe vers le terme où il va ſe rendre, & l'autre qui naît de ſon *énergie* ou peſanteur ſur le fond, d'où il réſulte un mouvement compoſé qui agit ſur le même fond par une direction oblique. Pour plus d'intelligence, ſuppoſons que, dans un plan vertical, la ligne AB marque la ſurface du fleuve coulant de A en B, & la ligne CD ſon fond, par conſéquent la perpendiculaire EF pourra exprimer l'énergie de l'eau; or ſi l'on prend ſa prolongée EI, pour la hauteur d'où il faudroit qu'un corps tombât pour acquérir une vîteſſe égale & uniforme à celle du fleuve, elle en marquera la force. Ainſi faiſant EG égal à EI, enſuite le parallélogramme EFHG, *la diagonale* EH *exprimera la force avec laquelle le fleuve agira ſur les parties du fond pour les détacher*, puiſque ſelon notre ſuppoſition ſa profondeur eſt la même par-tout, ainſi que ſa ténacité. Mais s'il y avoit des endroits plus bas ou plus hauts que le niveau du fond, où l'eau ſans perdre de ſa vîteſſe eût plus ou moins d'énergie, il eſt naturel que ſes effets répondent à ces différences, qui auront auſſi lieu quand la ténacité ſera plus ou moins grande en un endroit qu'en l'autre, comme nous l'expliquerons plus particuliérement ailleurs.

Pl. XXXV. fig. 1.

987.

987. A l'égard de l'impreſſion du courant contre les berges, elle ne ſera point, à ténacité égale, auſſi forte à beaucoup près que ſur le fond, d'autant moins que ces berges ſeront plus eſcarpées, & qu'on les conſidérera aux endroits de leurs ſurfaces qui ſeront plus éloignées du fond, parce que l'énergie de l'eau ſur un plan incliné à l'horiſon, va en diminuant ſelon l'ordre des termes d'une progreſſion arithmétique infinie; auſſi en attribuant la même vîteſſe à toutes les lames d'eau, à quelque profondeur qu'on voudra les prendre, *ſa force moyenne ſur cette ſurface ſera exprimée par la moitié de la diagonale répondant à la plus grande profondeur.*

L'action de l'eau a moins de priſe contre les berges que ſur le fond du lit.

988. Il ſuit de là que moins les berges auront de talud & moins elles ſe reſſentiront de l'impreſſion du courant; de ſorte que ſi elles étoient preſque verticales, comme ſont les revêtemens des quais, il ne ſeroit guere queſtion que de la ſimple pouſſée de l'eau, de même que ſi elle étoit dormante, parce que le courant, leur étant parallele, n'exercera que peu ſa vîteſſe: ainſi *les berges, dont la ſurface intérieure eſt inclinée, ne ſe reſſentent de la vîteſſe du fleuve que par ce qu'elles ont d'horiſontal, ce qui ſera toujours exprimé par la ligne qui marque leur talud.* De-là vient que les rives droites ſe conſervent en aſſez bon état, quelque violent que ce ſoit le cours de l'eau, à moins que des cauſes particulieres n'en occaſionnent la ruine: ce qui arrive toujours plutôt vers le pied qu'au-deſſus, parce que l'eau y a plus d'énergie, ſans parler des obſtacles cauſés par les corps étrangers, dépoſés au pied plutôt que ſur leur talud, qui donnent lieu à des affouillemens.

Les berges droites ne ſe reſſentent de la vîteſſe d'un fleuve que par ce qu'elles ont d'horiſontal, ce qui eſt toujours exprimé par la ligne qui en marque le talud.

989. Il y a donc trois cauſes principales qui concourent à établir le lit des fleuves; la premiere la qualité des matieres dont le fond & les rives ſont compoſés, car il eſt évident que les terres ſablonneuſes céderont plus facilement à la force de l'eau que celles de craie, & celles-ci plus que la pierre ou le tuf: la ſeconde vient de la ſituation du lit; car plus il aura de pente, plus le même volume d'eau aura de force pour le creuſer: la troiſieme, qui eſt la principale, vient de la profondeur de l'eau, puiſque plus elle ſera grande, plus elle aura de quantité de mouvement pour corroder le fond.

Trois cauſes principales concourent à établir le lit des fleuves; la qualité du fond, ſa pente, & la profondeur ou l'énergie de l'eau.

990. Il eſt à remarquer que dans un fleuve uniformement dirigé, dont le fond eſt homogene, mais ſuſceptible d'être entamé, l'eau doit le creuſer davantage dans le milieu que vers les rives, ſur-tout ſi ce fleuve n'a que peu de largeur, le frot-

Les fleuves réguliérement dirigés s'approfondiſſent davantage dans le milieu

De leur largeur, que vers leurs rives ou berges.

tement contre les mêmes rives retardant la vîteſſe de l'eau qui les touche immédiatement, & celle-ci les autres parties contiguës; ainſi de ſuite, toujours de moins en moins juſques vers le milieu de la riviere, où eſt ordinairement ce que l'on appelle *le fil de l'eau*, qui ſe diſtingue du reſte par un cours plus rapide. On voit que cela ne peut arriver ſans que cette même rapidité ne produiſe ſur le fond un effet plus marqué dans ſon milieu que ſur les côtés latéraux.

Les fleuves ne pouvant ronger leur lit ſans que les petites parties qui s'en détachent ne troublent l'eau (ſur-tout dans le tems des crues, parce qu'alors elle a plus de force que de coutume, & que les ruiſſeaux qui viennent s'y décharger apportent auſſi beaucoup d'autres parcelles provenant des campagnes, que les pluies & la fonte des neiges ont délavées), il eſt bon de remarquer que quoique la peſanteur ſpécifique de la terre ſoit naturellement plus grande que celle de l'eau, il arrive cependant qu'il n'y a que les parties les plus groſſieres qui ſe précipitent au fond, parce que le mouvement du courant ſoutient les autres en les ſubdiviſant en des parties dont les ſurfaces croiſſent beaucoup plus à proportion que leurs maſſes ne diminuent, & qu'il ne leur reſte point aſſez de gravité pour traverſer l'eau qui les ſoutient, ce qui fait qu'elles ſont emportées avec elle. On a même lieu de croire que beaucoup de celles qui ſont deſcendues juſqu'au fond remontent enſuite avec partie des autres qui en ont été détachées, dès qu'elles ſont devenues aſſez déliées par le partage qu'en aura fait le rejailliſſement de l'eau que les obſtacles du même fond occaſionnent. Ainſi toutes ces parcelles terreuſes qui troublent l'eau y nagent auſſi long-tems que dure ſon activité; mais ſi elle vient à décroître par la diminution de ſon volume ou de la pente du lit, ou parce que pouvant s'étendre en largeur elle diminue de hauteur; alors devenue plus tranquille, les parties terreuſes ſe joignent & perdent de leur ſurface à meſure qu'elles augmentent de maſſe, & ſe précipitent au fond avec d'autant plus de facilité que l'eau y aura moins de mouvement. Il importe fort d'obſerver qu'à meſure qu'elles éleveront le fond, elles en diminueront la pente.

Examen des cauſes qui contribuent à élever le lit des fleuves.

991. Quand un fleuve reçoit de la part des torrens qui y affluent une ſi grande quantité de terre & de ſable, dans le tems des crues, qu'elle ne peut s'incorporer toute avec les eaux, une

partie descend au fond & l'autre est emportée au loin ; ce qui arrivera de même à la premiere, si après la crue les torrens cessant de charier, le fleuve a le tems nécessaire pour détacher ce que son lit aura reçu ; mais si l'intervalle d'une crue à l'autre suivante ne suffit point, ce qui n'aura pu être emporté grossira par l'effet de la crue suivante, qui aura la même suite que la précédente, ainsi des autres. Alors si ces crues sont périodiques, comme cela arrive assez ordinairement, le lit du fleuve s'élevera insensiblement en diminuant de pente, & les eaux déborderont peut-être dans la campagne, à moins qu'on ne les soutienne par des digues, afin que restant gonflées à une certaine hauteur, elles acquierent autant d'énergie qu'il en faut pour ronger les dépôts dans le tems que le fleuve n'en recevra point de nouveau.

992. Le courant d'un fleuve réguliérement dirigé, ayant, comme on vient de le dire, plus de vîtesse dans le milieu de sa largeur que vers les bords, si le fond se trouve sabloneux il se creusera davantage à l'endroit où la rapidité de l'eau est plus grande, & par la raison contraire, de moins en moins en approchant des rives ; d'où l'on peut conclure qu'au bout de quelque tems le lit, de plat qu'il étoit, comme BD, deviendra courbe en maniere de voûte renversée BCD ; aussi la riviere continuant à s'approfondir de la sorte, acquérera-t-elle toujours plus de vîtesse dans le milieu à mesure que la hauteur de l'eau croîtra, quoique son volume reste le même. Si l'eau vient à augmenter par quelques crues, elle creusera encore le fond avec plus de vélocité & toujours davantage dans le milieu que vers les côtés. Les pluies ou la fonte des neiges venant à cesser, la riviere diminuant de hauteur & de vîtesse, principalement vers les berges, les parties terreuses dont l'eau se trouvera alors impregnée, s'y déposeront en bien plus grande quantité que dans le milieu, où l'activité que le fleuve y aura conservée ne leur permettra pas de descendre, mais seulement vers les rives qui se fortifieront au pied. Si le même effet arrive dans toutes les crues, c'est-à-dire, que le milieu du fond continue de s'approfondir, tandis que les berges iront toujours en se fortifiant, non-seulement une telle riviere conservera son lit dans la même direction, mais elle deviendra encore capable de contenir les plus grandes crues sans jamais causer de débordement, comme on le remarque à celles qui sont suffisamment encaissées. Toutes les fois qu'il arrive le contraire, c'est qu'elles ne sont point

Le lit des fleuves réguliérement dirigés, dont le fond est sabloneux, devient concave en maniere de voûte renversée. Pl. XXXV. Fig. 2.

uniformément dirigées, ou que leur fond n'eſt plus ſuſceptible d'être rongé.

Examen des cauſes qui font que des fleuves ſe maintiennent toujours renfermés dans leurs lits lors mêmes des crues, & qu'au contraire d'autres ſe débordent.

993. Quoique le lit d'un fleuve ſoit capable des plus grandes crues, il peut cependant arriver que ſi le fond & les rives ſont aſſez durs pour ne pouvoir plus être entamés par la ſeule force du courant, il débordera dans la ſuite, faute de contenir autant d'eau qu'il faiſoit auparavant. Pour en juger, conſidérons les circonſtances où ce fleuve peut ſe trouver. 1°. Les eaux ſeront claires ou troubles. 2°. Elles couleront avec rapidité ou lentement. Si elles ſont claires en tout tems, il n'y a point de raiſon pour qu'elles laiſſent de dépôts, quelque lente que devienne leur vîteſſe, lorſqu'après les crues elles diminueront de hauteur; ainſi le lit ne ſe rempliſſant point de matiere étrangere, ſera toujours en état de contenir les grandes crues. De même ſi l'eau, quoique trouble & baſſe, coule avec beaucoup de rapidité, elle ne pourra laiſſer que très-peu de dépôt, parce qu'elle entraînera avec elle les matieres dont elle ſera chargée; mais ſi dans ce cas la pente du lit eſt médiocre, & que la vîteſſe de l'eau diminue à proportion de ſa hauteur, il n'eſt point douteux qu'elle ne dépoſe vers les berges, à cauſe du ſurcroît de retardement de vîteſſe qu'elles occaſionneront. Ainſi la même choſe continuant d'arriver à la ſuite de toutes les crues, le lit ſe remplira inſenſiblement vers les bords, tandis que le milieu reſtera à-peu-près le même, à cauſe de la dureté du fond & de l'énergie que l'eau y conſervera, au lieu qu'elle diminuera de plus en plus en approchant des bords, au point de manquer de force, même dans le tems des crues, pour pouvoir raſer les dépôts. Alors la capacité de la riviere allant toujours en diminuant, il viendra un tems où les eaux ſurabondantes ne pouvant plus y être entiérement contenues, ſe déborderont dans la campagne, ſur-tout ſi le lit n'a que peu de pente.

Il arrive quelquefois que les parties d'un fleuve qui ont plus de largeur qu'il ne leur en faut, ſe rétreciſſent naturellement, & que l'eau ſe preſcrit elle-même de juſtes bornes.

994. J'ajouterai qu'aux endroits où les fleuves ont plus de largeur qu'il ne faut, ils s'attériſſent quelquefois vers les bords juſqu'à ce que leur lit ſe ſoit reſſerré dans les limites convenables au paſſage des plus grandes eaux; & comme ils s'élargiſſent en d'autres trop étroits, tant qu'ils aient atteint l'équilibre entre la force de l'eau & la réſiſtance des rives, on voit qu'ordinairement la nature s'approprie elle-même les bornes qui conviennent à ces effets. Il faut pourtant obſerver que cela n'arrive que dans les parties des fleuves qui ſont encaiſſées, & non point dans celles qui n'ayant que peu de profondeur &

de pente, ſont plutôt ſujettes à hauſſer leur lit qu'à l'approfondir, parce que ſi la vîteſſe de l'eau eſt par-tout la même, les dépots ſe formeront également. De-là vient que les fleuves horiſontaux s'élargiſſent ordinairement près de leur embouchure à la mer, faute de force de la part de l'eau pour les creuſer: c'eſt pourquoi leur fond y reſte plus haut que par-tout ailleurs, à moins qu'on ne les reſſerre par des digues; alors loin de ſe combler, s'il eſt compoſé de matiere tendre, il pourra s'approfondir, d'autant plus que les eaux acquereront une plus grande vélocité par leur gonflement.

Inconvéniens auxquels ſont ſujets les fleuves qui coulent ſur un lit de gravier.

995. Les fleuves qui coulent ſur un fond compoſé de gravier, conſervent rarement la même direction, parce que pouſſant irreguliérement devant eux le gravier, il s'amaſſe ſouvent en ſi grande quantité à certains endroits, qu'après avoir formé des bancs, ceux-ci forcent le courant à ſe détourner de ſon chemin ordinaire: venant enſuite à rencontrer un terrein d'une foible réſiſtance, il ſe creuſe un nouveau lit, le plus ſouvent compoſé de pluſieurs bras, qui donnent lieu à la naiſſance des iſles occaſionnées par les attériſſemens, qui ſont cauſe des ſinuoſités que le fleuve forme par la ſuite.

Si pour empêcher que cela n'arrive, on fait des digues afin d'obliger le courant de couler en droiture, & qu'elles ſoient aſſiſes ſur un terrein graveleux, on ne tarde guere à connoître leur inſuffiſance, parce qu'elles ſont bientôt ſappées par le pied. De pareils fleuves ſont preſque indomptables, à moins qu'on n'y emploie des moyens plus efficaces que ceux qu'on a coutume de mettre en œuvre pour les maintenir dans leurs premieres bornes. Quand ils coulent ſur un fond de ſable ils ſont beaucoup plus aiſés à gouverner, à cauſe de l'uniformité où leur lit s'entretient, dès qu'il a été judicieuſement réglé par la nature ou par l'art, à moins que quelques cauſes extraordinaires ne troublent l'équilibre qui ſe rencontrera entre l'action du courant & la réſiſtance du lit.

De quelle maniere les pierres que charient certains fleuves, occaſionnent des attériſſemens.

996. Pour faire connoître les différentes cauſes des dommages qui arrivent aux fleuves, nous commencerons par examiner les effets des groſſes pierres qu'ils entraînent, lorſqu'ils reçoivent celles que le vent ou la pluie détachent des montagnes adjacentes, ſans parler des autres qui ſe tirent quelquefois de leurs rives, & même de leur propre fond; mais ſans nous mettre en peine d'où elles proviennent, il ſuffit de ſavoir que nombre de fleuves en charient ſans que cela doive ſur-

prendre. Comme les corps plongés dans l'eau pesent moins que dans l'air de tout le poids du volume d'eau dont ils occupent la place, s'il arrive par exemple, qu'une pierre d'une masse équivalente à celle d'un pied cube pese 120 livres dans l'air, elle n'en pesera plus que 50 dans l'eau ; ainsi dès que le courant sera capable par son choc sur la surface de cette pierre, d'une impression supérieure à la résistance qui lui reste, il la fera rouler devant lui dans le milieu, si la rapidité y est plus grande qu'ailleurs, comme nous continuons de le supposer.

Il en sera de même pour toutes les autres pierres plus grosses ou plus petites que la précédente, observant que ces dernieres seront poussées avec plus de véhémence que les autres, non pas pour être plus légeres, puisque que si elles sont de même qualité, leur pesanteur spécifique sera toujours dans un rapport égal avec celle de l'eau ; mais parce qu'ayant plus de surface à proportion que de masse, elles donneront plus de prise au courant.

Cela posé, si un fleuve réguliérement dirigé, dont le fond est supposé par-tout d'une résistance plus grande que l'eau n'a de force pour le ronger, vient à charier des pierres de différente grosseur, il n'y a point de doute qu'après avoir fait un certain chemin, les unes plus les autres moins, en suivant toujours le fil de l'eau, si elles viennent à rencontrer quelques obstacles, le courant ne les détourne sur les côtés, selon la détermination que feront naître les surfaces choquées. Ainsi déposées par intervalle, le sable & le gravier s'y amassant formeront à la longue, sur-tout dans le tems des basses eaux, des attérissemens en maniere de plan incliné, dont la pente ira des rives vers le le milieu du lit. Alors l'eau, étant forcée de se réunir dans le fond le plus bas, ne coulera plus qu'en serpentant, sans pouvoir comme auparavant se diriger en ligne droite vers le terme où elle doit se rendre : mais les choses n'en resteront point là ; car si les berges sont composées de parties faciles à détacher, elles deviendront tortueuses autant & plus que le fond : c'est ce qu'il s'agit de prouver.

Examen d'un corps chassé transversalement sur un plan incliné, d'où l'on déduit la cause qui produit

997. Ayant un plan que nous supposerons incliné, par exemple, du sud au nord, y faisant rouler un corps sphérique auquel on aura imprimé une vîtesse dirigée de l'est à l'oueſt ; ce corps aura alors deux mouvemens, le premier selon l'alignement de l'impulsion, & le second qui vient de sa gravité, selon l'inclinaison du plan. Ainsi tant que la premiere force subsis-

tera, le corps ſuivra une détermination compoſée des deux précédentes, & décrira une courbe. De même l'eau d'un fleuve qui coule naturellement vers ſon terme, venant à paſſer ſur un attériſſement incliné EF d'une berge AB à l'autre CD, deſcendra vers la partie baſſe, & choquera la berge adjacente CD, ſelon une direction oblique GH, compoſée du mouvement direct de l'eau, & de celui qui naît de ſon énergie; au lieu qu'avant l'attériſſement, la vîteſſe du courant parallele à cette berge, ne faiſoit pour ainſi dire que la froiſſer; mais dans le cas que nous ſuppoſons, la repétition continuelle du choc qu'elle eſſuiera ne manquera point de l'entamer, en y formant un ſinus IKL. Or, on ſait qu'un corps qui vient choquer obliquement une ſurface, ne pouvant continuer ſon mouvement ſelon la même direction, rejaillit ſous un angle égal à celui d'incidence; de même l'eau partant de la berge CD qu'elle aura rencontrée, ira choquer ſous un angle à-peu-près égal l'autre berge oppoſée AB, qu'elle entamera auſſi par le ſinus MNO, enſuite elle viendra de nouveau rencontrer la premiere CD & continuera de couler en bricollant, tant que la force qui la dirige obliquement ſubſiſtera, à moins qu'un autre attériſſement ne lui faſſe prendre une détermination différente.

les ſinuoſités des fleuves. Pl. XXXV. Fig. 3.

998. Comme le progrès du choc de l'eau ſappera les berges par le pied aux endroits où l'eau les aura entamées, dans le tems des crues elle fera ébouler les terres, dès qu'elles n'auront point aſſez de conſiſtance pour ſe ſoutenir; elles ſeront enſuite emportées par le courant qui les dépoſera ſur les attériſſemens prochains. Ainſi l'eau opérant ſur toute la hauteur des berges, les corrodera par intervalle à droite & à gauche, & elles acquéreront inſenſiblement des inflexions ſemblables à celles des ſinuoſités du fond; alors le fleuve deviendra tortueux, & prendra des largeurs différentes, qui ſeront enfin déterminées, auſſi bien que la figure que les bords conſerveront, par l'équilibre qui ſe formera entre l'action de l'eau & la tenacité du terrein, ſans qu'il leur arrive de changement marqué que dans les cas extraordinaires.

Les directions obliques du cours d'un fleuve, ſont la principale cauſe de la deſtruction de ſes rives.

999. Comme toutes les rivieres ne charient point de groſſes pierres, il faut qu'il y ait d'autres cauſes qui contribuent à les rendre tortueuſes; une des principales vient de ce que leur fond n'eſt point par-tout d'une égale ténacité, continuant de ſuppoſer un fleuve uniformément dirigé, mais dont le lit ſoit fort dur dans des endroits, au contraire tendre & ſablonneux en

Les différentes tenacités du lit des fleuves contribuent beaucoup à faire naître des corroſions qui ac-

Cauſonnent la deſtruction des rives ou berges.

d'autres, ces inégalités du ſol ſuffiront pour changer par la ſuite la direction de ce fleuve.

Pl. XXXV. Fig. 2.

Pour en juger nous regarderons le profil ABCDE, comme celui d'un fleuve dont le fond, le long d'une partie de la rive droite ED, eſt compoſé de matiere ſablonneuſe ſur la longueur CD, & le reſte BC eſt un terrein dur. Cela poſé, il arrivera à la longue que le premier côté s'approfondira comme le marque CKD, & qu'au contraire l'autre BC s'élevera par ſucceſſion; car le courant trouvant plus de priſe à droite qu'à gauche, y fera d'autant plus de progrès en profondeur, qu'il acquerera une plus grande hauteur d'eau IK, parce que l'accroiſſement de ſa vîteſſe en ſera une ſuite néceſſaire. Au contraire, en approchant de la rive gauche, la vîteſſe de l'eau ira toujours en décroiſſant: d'où il ſuit que dans le tems qu'elle ſera troublé, les dépôts ſe feront en raiſon inverſe de la diminution des mêmes vîteſſes, & formeront le plan incliné H C contigu à CK. Alors la plus grande partie du courant ſera rejettée vers la rive droite; & la force compoſée de ſa vîteſſe & de ſon énergie agiſſant contre cette digue ſelon une direction oblique, en minera le pied, & formera un ſinus par la chûte des terres qu'elle aura ſappées; par conſéquent, s'il ſe rencontre de pareils terreins ſablonneux, tantôt vers une rive & tantôt vers l'autre, les ſinus qui naîtront de cette part & de celle des réflexions de l'eau, feront que le cours du fleuve, de droit qu'il aura pu être dans ſon origine, devienda tortueux: auſſi y a-t-il bien de l'apparence que c'eſt là une des principales cauſes de l'irrégularité de leurs rives.

Origine des barres qui ſe forment quelquefois au travers du lit des fleuves.

1000. S'il arrivoit que le terrein ferme régnât en quelques endroits ſur toute la largeur du lit, & qu'il fût précédé d'un fond ſablonneux, l'eau ayant la facilité d'y mordre, pourra bien faire en creuſant que le bord du précédent formera un ſeuil. Or, comme il faudroit qu'un grand haſard s'en mêlât pour que ce ſeuil ſe rencontrât perpendiculairement oppoſé au courant, & qu'au contraire, il eſt à préſumer qu'il lui ſera plutôt oblique, l'eau qui le choquera réfléchiſſant contre une des berges, l'entamera comme ci-devant.

Si le lit d'un fleuve penche en certain endroit plus

1001. Ne peut-il point ſe faire auſſi que le lit d'un fleuve, quoique par-tout d'une égale ténacité, penche naturellement, tantôt vers un côté & tantôt vers l'autre? Alors ſi les rives qui répondront aux endroits les plus profonds ne ſont point d'une

ténacité

ténacité capable de réſiſter à l'impreſſion oblique du cours de l'eau, ſon choc ne pourra manquer d'avoir les mêmes ſuites que précédemment. Il ſe pourra bien que ces choſes ne ſe manifeſtent qu'après un nombre de ſiecles, parce que pour découvrir le terrein ferme qui ſe rencontrera à une certaine profondeur au-deſſous du ſabloneux, il aura fallu à ce fleuve un tems conſidérable avant que d'y parvenir. De-là vient qu'après lui avoir toujours vu un cours aſſez régulier, il change enfin de direction, ſans en appercevoir le vrai motif, parce qu'on ne s'aviſe point de rechercher ce qui eſt ſurvenu à ſon lit.

vers une rive que vers l'autre, il n'en faut pas davantage pour en occaſionner la ruine, quoique la ténacité du fond ſoit uniforme.

1002. Une autre cauſe qui peut encore contribuer beaucoup à rendre les fleuves tortueux, vient des petites rivieres qui s'y rendent ſous différentes directions : car ſi leurs eaux ont de la rapidité, elles le traverſeront, iront choquer la berge oppoſée ; de-là rejailliront ſur l'autre & formeront à la longue des ſinuoſités. Comme indépendamment de ces cauſes il s'en rencontre encore un grand nombre d'autres qui concourent à la même fin, on voit qu'il y a une eſpece de néceſſité que toutes les rivieres perdent la premiere droiture qu'elles ont pu avoir dans leur naiſſance, & que par la ſuite du tems elles ſe forment un cours en ſerpentant ; ce qui arrivera principalement à celles qui charient beaucoup de ſable & de gravier, qui donnent lieu aux attériſſemens, par conſéquent à tout ce qui en réſulte.

Un fleuve qui en reçoit d'autres, peut devenir tortueux par cette ſeule cauſe.

1003. Perſonne n'ignore combien un état eſt intéreſſé à entretenir les rivieres navigables, en détournant tout ce qui peut leur être contraire, ſur-tout au paſſage des ponts ; mais il faut plus de connoiſſance de théorie & de pratique qu'on ne penſe, pour être en état d'ordonner les travaux propres à remédier au mal préſent, ou à prévenir celui dont on eſt menacé. La négligence à cet égard n'eſt point excuſable : j'en pourrois citer un grand nombre d'exemples qui donnent lieu de tout appréhender pour l'avenir ; en voici deux, entre autres, dignes de la plus grande attention. Si l'on n'y prend garde, les iſles qui naiſſent dans la Seine immédiatement au-deſſous du pont de Vernon, & dans le Rhône ſous celui du Saint-Eſprit, rendront par la ſuite ces deux paſſages extrêmement dangereux, & peut-être impraticables : ſi l'on y remédie trop tard il pourroit bien arriver que le rétabliſſement de la navigation devienne impoſſible, malgré les dépenſes exceſſives qu'on y fera. Alors quelle perte pour Paris & Lyon, ſi leur communication avec la mer

Importance de bien étudier le cours des fleuves, pour être en état d'en ordonner les réparations.

étoit interrompue! Cependant on ne paroît point frappé d'une crainte auſſi bien fondée, parce que l'on regarde avec indifférence le progrès des attériſſemens qui s'y ſont formés de nos jours, & qui cauſent de juſtes alarmes à ceux qui en prévoient les ſuites malheureuſes.

Réflexion ſur la cauſe du peu de durée de certaines réparations faites aux fleuves.

1004. Quand des rivieres ſe trouvent encaiſſées avec des digues ſujettes à être dégradées par l'action du courant, il eſt aſſez ordinaire d'en attribuer la cauſe à leur peu de ſolidité, & de ne s'occuper qu'à y remédier par des réparations faites avec plus de ſoin. Si le mal continue, il arrive ſouvent qu'on prend le parti de revêtir en maçonnerie les endroits critiques, eſpérant que l'on ne ſera plus dans le cas de recommencer. Cependant l'événement montre quelquefois le contraire, ce qui a fait croire à bien des gens qu'il y avoit des courans dont les effets étoient inſurmontables; mais c'eſt une pure illuſion, puiſqu'en même tems on remarque que les digues contiguës ou oppoſées ſe maintiennent en bon état quoiqu'elles ne ſoient que de terre. Ce n'eſt donc point toujours par la ſolidité des matieres dont on les compoſe, qu'on peut remédier aux ſuites préjudiciables de l'impétuoſité d'un courant, mais bien par d'autres moyens que nous expliquerons plus bas. En attendant, il convient de démontrer pourquoi des digues revêtues de maçonnerie, tombent quelquefois en ruine peu de tems après leur conſtruction.

Pourquoi il arrive que des digues conſtruites en maçonnerie, ſont détruites par l'action d'un courant, peu après leur réparation.

1005. Nous venons de faire ſentir qu'une riviere ſe détournoit de ſon cours naturel, dès qu'elle paſſoit ſur un terrein plus élevé que ſon lit, & que s'il s'en rencontroit près de-là un autre plus bas que le niveau du fond, l'eau y étoit entraînée par ſon propre poids. Or s'il arrive qu'en certains endroits il ſe trouve des attériſſemens qui aient occaſionné un fond plus creux qu'ailleurs, le courant venant à ſe précipiter de ce côté-là, ne manquera pas de fouiller au pied du revêtement & de s'introduire ſous ſa fondation, ſi on ne l'a pas bien garantie par des files de palplanches redoublées plein ſur joint & d'une longueur ſuffiſante; encore pourra-t-il arriver qu'elles ſeront elles-mêmes déracinées. Alors l'eau venant à s'étendre en longueur & en largeur ſous le même revêtement, il eſt tout ſimple que ſe trouvant ſans appui vers le milieu, ſon propre poids joint à la pouſſée des terres le faſſe crouler. Si on le rétablit de nouveau, en ſe contentant de remplir l'affouillement avec toute ſorte de matieres, il n'y a point de doute que laiſſant ſubſiſter les

mêmes cauſes de deſtruction, il n'ait encore une ſemblable deſtinée, malgré toutes les précautions que l'on aura pu prendre pour l'en garantir.

L'unique moyen d'éviter ce dommage eſt de diriger le courant de maniere que d'une part ſa propre force détruiſe l'atériſſement ou le relief qui cauſe tout le mal, & que de l'autre il releve le ſol adhérent à la rive tourmentée. Alors il ſuffira de la réparer, non point en maçonnerie, mais ſeulement en terre, parce que cette partie du fleuve étant une fois rentrée dans l'équilibre, ſon cours ſuivra le milieu du lit qu'il approfondira ſi le fond le permet, tandis que les digues ſe fortifieront par le pied & ſe trouveront dans le même cas que le reſte, où l'on ſuppoſe que la combinaiſon des forces agiſſantes & réſiſtantes eſt tellement ménagée par les loix de la nature, qu'il n'y arrive point d'accident remarquable.

Il eſt bien plus ſûr de s'attacher à détourner les cauſes des dégradations qui arrivent aux fleuves, que de s'opiniâtrer à vouloir en empêcher les effets.

1006. Il ſuit de ce que l'on vient d'expoſer, qu'il eſt bien plus ſûr de remédier aux cauſes fâcheuſes, en les détournant, que de s'opiniâtrer à vouloir en empêcher les effets; que par conſéquent on ne ſauroit trop s'attacher à les bien connoître, pour en venir à bout avec peu de dépenſe & de travail. Ce parti paroîtra peut-être difficile à ceux qui ne ſe ſont point fait une étude particuliere du mouvement des eaux; mais j'eſpere les ſatisfaire à cet égard dans la ſection ſuivante: en attendant, il ne faut point perdre de vue que le cours le plus rapide de l'eau, à quelqu'endroit qu'il ſoit, eſt marqué par ſon fil, toujours inſéparable de la plus grande profondeur.

SECTION III.

Des effets que produiſent les épis conſtruits dans les fleuves, d'où l'on déduit la méthode d'en réparer les dégradations.

Définition des épis : à quelle fin on les conſtruit.

1007. On nomme *épis* des bouts de digue conſtruits en maçonnerie, ou avec des coffres de charpente remplis de pierres; ou bien on les forme d'un tiſſu de faſcinage, piqueté, tuné & garni d'une couche de gravier. Ils ſe placent le long des bords d'une riviere, pour contraindre le fort du courant de ſe déterminer d'un côté plutôt que de l'autre, afin d'interrompre tout ce qui peut être préjudiciable; & comme ces épis, quand ils ſont ſaillans, produiſent des effets différens, ſelon l'ouverture

de l'angle qu'ils forment avec la rive adjacente, cet angle pouvant être obtus, aigu, ou droit, nous allons considérer ce qui arrive à leur égard, afin de juger dans quel cas l'un doit être employé préférablement à l'autre.

On a vu dans la section précédente pourquoi les rivieres devoient par succession de tems changer leur direction naturelle; il convient présentement de montrer de quelle maniere on peut produire les mêmes choses par les seuls secours de l'art, afin d'en déduire des regles pour remédier aux dommages qui leur arrivent. Pour cela nous supposerons un fleuve uniformement dirigé, & qu'en partant de sa rive gauche AB, on a construit un épi CD qui s'avance vers le milieu de son lit, en formant avec cette rive un angle obtus ACD opposé au courant; au surplus, que cet épi, dont le sommet est horisontal, se trouve assez élevé pour que l'eau ne le surpasse point, afin qu'elle soit obligée de couler entiérement par le passage qu'on lui a laissé.

Pl. XXXV. Fig. 4.

Examen des propriétés d'un épi qui forme du côté opposé au courant un angle obtus avec la rive adjacente.

1008. Supposant que la loi du choc des corps ait lieu ici sans nulle altération, les filets d'eau, comme EF, *ef*, compris dans l'espace ACDG, qui coulent parallelement à la rive gauche, & que nous nommerons *courant modifié*, venant rencontrer sa surface CD, réfléchiront parallelement entre eux, comme FM, contre la rive droite ST, sous un angle MFD égal à celui d'incidence EFC. Dans ce cas, plus l'angle ACD sera ouvert & plus il restera de force à l'eau réfléchie pour traverser la largeur HM du *courant libre* SGDM qui lui fait obstacle. La raison en est, que le supplément DCB de cet angle se trouve égal à ceux d'incidence & de réflexion CFE, DFM, & que plus ces derniers seront aigus, moins la force des filets EF sera diminuée par la rencontre de l'épi, *parce qu'il ne s'absorbe de la vîtesse absolue, que de la part de ce que sa direction peut avoir de perpendiculaire à la surface choquée, & que ce qui lui reste de parallele après le choc, est exprimé par le sinus du complément de l'angle de réflexion.* Si l'on vouloit que la rive ST fût choquée de la maniere la plus avantageuse, c'est-à-dire perpendiculairement, il faudroit que l'angle obtus ACD valût *les trois quarts de deux droits*, parce qu'alors son supplément BCD étant de 45 degrés, aussi bien que les angles d'incidence & de réflexion, l'angle du milieu EFM se trouvant droit, la direction FM sera perpendiculaire à ST.

Il suit de-là que s'il y avoit à l'endroit M au pied de la rive

ST, un attériſſement qu'on voulût détruire par l'action de l'eau, il faudroit commencer par déterminer la largeur HM qu'il conviendra de laiſſer au paſſage du fleuve, tirer la ligne GN parallele aux rives, mener à cette ligne la perpendiculaire MF partant du milieu de l'attériſſement, enſuite marquer la poſition de l'épi, de maniere qu'étant renfermé entre les paralleles AB, GN, ſon milieu F réponde à cette perpendiculaire, & que l'angle ACD qu'il formera avec la rive AB, ſoit de 135 degrés. Pl. XXXV. Fig. 4.

Il eſt à remarquer que plus l'épi ſera prolongé vers la rive oppoſée, & plus l'eau réfléchie aura de force pour traverſer le courant libre & ſe rendre en droiture contre cette rive; ainſi l'on voit qu'il y a quatre choſes à examiner pour bien déterminer le tracé d'un épi. 1°. Sa poſition eu égard à l'objet qu'on ſe propoſe. 2°. L'angle que la face oppoſée au courant doit faire avec la rive adjacente. 3°. Sa longueur par rapport à la largeur du fleuve. 4°. La vîteſſe & la direction de ſon cours. Ces différentes conſidérations ſont bien difficiles à concilier, auſſi ne peut-on ſe flatter de réuſſir qu'après avoir acquis par une longue pratique une connoiſſance parfaite des effets du fleuve dont il s'agira.

Quelles ſont les différences que peuvent faire naître les combinaiſons de l'eau réfléchie, d'avec ce qui a été expoſé dans l'article précédent.

1009. Voilà l'idée la plus naturelle qu'on peut ſe former de l'effet d'un épi ſitué comme celui dont nous venons de parler; mais comme il reſte encore pluſieurs circonſtances qui donnent lieu aux mouvemens des parties de l'eau de ſe combiner différemment de ce qui précede, il convient de les examiner pour en connoître le réſultat; ce que nous n'avons pas fait d'abord, de crainte de rendre le ſujet trop compliqué.

Il eſt certain que tous les filets d'eau renfermés dans la largeur CL étant barrés par l'épi, diminuent de vîteſſe à meſure qu'allant à ſa rencontre ils en approchent davantage, & que d'ailleurs ils ſont plus éloignés du fil du courant principal OV. Cependant l'eau ne pouvant ſe réfléchir qu'avec ce qu'il lui reſte de force après le choc, elle en aura encore moins que celle qui vient à ſa rencontre; ainſi cette derniere la refoulera contre l'épi où elle ſera ſoutenue plus élevée qu'ailleurs. Alors la ſeule énergie la fera deſcendre de C vers D du côté le plus bas, qui eſt celui du courant libre, avec qui elle concourera vers la rive droite après avoir ſuivi une détermination raſante & parallele à la force CD.

Si le courant eſt fort rapide, & que l'eau réfléchie conſerve

assez de force pour s'éloigner de l'épi malgré les obstacles qui se présenteront, elle pourra alors suivre une direction comme FI, à la vérité plutôt courbe que droite, & se joindre au courant libre. Ceci arrivera d'autant plus naturellement que le fleuve sera plus profond au-dessous du fil OV que par-tout ailleurs, par conséquent son lit sera disposé en plan incliné de la rive gauche vers la droite. Comme la surface du courant modifié aura aussi un peu de pente dans ce sens, à cause du retardement de vîtesse que lui causera le frottement le long de la rive gauche, les eaux de cette partie descendront nécessairement vers le courant libre, pour concourir avec lui selon la direction qui résultera de la combinaison des forces opposées. Cela étant, nous supposerons que HI exprime la force de l'eau réfléchie selon FH, & que KI marque celle du courant libre; ainsi la diagonale LI du parallélograme KLHI exprimera la direction LP du fleuve qui ira rencontrer obliquement la rive ST, où il formera le *sinus* MPX; de-là il pourra par réflexion être chassé contre la rive gauche, où il causera un autre sinus BQY, & retombera peut-être encore sur la premiere ST, s'il lui reste assez de force pour y être renvoyé.

Pl. XXXV. Fig. 4.

On sent bien que le premier sinus MPX sera plus grand que les autres suivans, parce que l'épi faisant gonfler les eaux supérieures, elles auront beaucoup de vîtesse en s'échappant par le passage DM, où elles formeront une chûte, & par conséquent causeront un affouillement dans le lit du fleuve en allant corroder le pied de la rive opposée. Au reste il pourroit bien arriver que plusieurs causes empêchassent que les eaux ne se combinent exactement comme nous venons de l'exposer; mais il en résultera toujours des effets à peu près pareils, & qui fourniront des connoissances de théorie dont il convient d'être prévenu pour se bien conduire dans la pratique. Il importe fort de remarquer que pendant les crues, les eaux troubles renfermées dans l'angle DCB y restant dormantes, parce que l'épi les met à couvert de l'action du courant, s'y déchargeront de leur limon qui formera à la longue un attérissement propre à fortifier l'épi.

Quelles sont les propriétés d'un épi qui forme avec la rive adjacente un angle aigu

1010. Quand l'épi forme avec la rive adjacente un angle aigu ACD opposé au courant, tous les filets d'eau, comme EF, renfermés dans l'espace ACDG, devroient réfléchir contre la même rive en faisant chacun l'angle MFC égal à EFY, & de-là, par une seconde réflexion MN retomber sur l'autre

rive ST ; mais cela n'arrive point ainſi, parce que d'autres filets *gh* venant en droiture à la rencontre de MQ, avec bien plus de force qu'il n'en reſte aux premiers après les deux chocs précédens, ils ſont rechaſſés contre l'épi, dont la ſituation ne permet plus à l'eau de deſcendre vers le courant libre, comme dans l'article 1009. Au contraire elle ſera rejettée de D en C dans l'angle DCX, où, après quelques tournoiemens, elle reſtera en repos, & formera un priſme triangulaire d'eau dormante, borné extérieurement par la ſurface imaginaire XRYD, qui tiendra lieu de celle d'un nouvel épi, faiſant avec la rive AB un angle obtus AXD.

oppoſé au courant. Pl. XXXV. Fig. 5.

Comme dans la ſucceſſion des crues les eaux troubles dépoſeront du limon ſur la baſe XCD, il s'y formera un attériſſement, lequel, au bout d'un certain tems, s'élevera auſſi haut que les plus grandes crues, & occupera la place de l'eau dormante, dont la limite XRYD ſera plutôt concave que droite, par le refoulement continuel qu'elle eſſuiera.

Il ſuit que ſi le fleuve n'a que peu de vîteſſe, les filets, comme PQ, venant à rencontrer le priſme fluide, & ne pouvant réfléchir, à cauſe qu'ils ſeront rechaſſés par ceux qui les ſuivent immédiatement, l'eau ſe gonflera le long de l'alignement XD, enſuite elle le ſuivra en deſcendant de X en D, pour concourir avec le courant libre, qui ſera rejetté vers la rive droite, comme dans l'article précédent.

Si au contraire le fleuve a beaucoup de vîteſſe, ſe trouvant arrêté par l'eau dormante, il réfléchira du plus au moins ſelon la direction QN, avec une force que nous ſuppoſerons exprimée par HI, tandis que celle du courant libre pourra l'être par KI ; alors la diagonale LI du parallélogramme KH, marquera la direction LZ du fleuve contre la rive ST, & après l'avoir choquée réfléchira ſelon la direction ZAB.

1011. Si l'épi CD formoit avec la rive AC un angle droit, toute l'eau qui coulera dans l'eſpace ACDG, venant le rencontrer ſelon des directions perpendiculaires, comme EF, devroit naturellement réfléchir ſur elle-même, ſans être déterminée vers l'une ou l'autre des rives ; mais c'eſt ce qu'elle ne fait pas, ou du moins que très-foiblement, parce qu'elle eſt refoulée par celle qui vient à ſa rencontre. Alors s'élevant au-deſſus de ſon niveau naturel, comme nous l'avons déja remarqué ci-devant, une partie de cette eau la plus voiſine de la tête D de l'épi, s'échappera vers le courant libre, tandis que

Examen de l'effet d'un épi élevé perpendiculairement ſur une rive. Pl. XXXV. Fig. 6.

celle qui ſera dans le fond de l'angle XCD, s'y fixera après avoir un peu tournoyé, parce qu'elle décroîtra de mouvement à meſure qu'elle ſera plus près de la rive AC; ce qui donnera lieu comme ci-devant à un priſme triangulaire d'eau dormante, qui formera extérieurement avec la rive AC un angle obtus AXD, plus ou moins ouvert, ſelon le degré de vîteſſe qu'aura le fleuve.

Pour peu que l'on y faſſe attention, on verra que ce priſme doit occaſionner les mêmes choſes que dans le cas précédent; c'eſt-à-dire que ſi le fleuve a un cours paiſible, l'eau arrivée contre l'obſtacle X D coulera de X en D, à peu près parallelement à la ligne XD, & ſe joindra au courant libre OV. Si au contraire l'eau après le choc conſerve aſſez de force pour rejaillir ſelon PI, elle ſe combinera avec le même courant, & ils ſuivront enſemble la direction LZ de la diagonale LI du parallélogramme des forces KH; par conſéquent le fleuve ainſi déterminé ira encore choquer obliquement la rive droite ST, & peut-être auſſi l'autre oppoſée.

On voit par ce qui précede qu'il doit ſe former un attériſſement dans l'angle XCD, auſſi bien que dans l'autre DCB; que le premier garantira le pied de l'épi contre les affouillemens du cours direct de l'eau, & que le ſecond lui ſervira d'appui.

Réſultat des trois poſitions qu'on peut donner à un épi, eu égard à la nature des angles qu'il formera avec la rive adjacente.

1012. Il ſuit de tout ce qui précede, que chacune des trois poſitions qu'on peut donner à un épi, a ſes avantages ſelon l'uſage qu'on en veut faire. Par exemple, celui qui forme un angle obtus oppoſé au courant, eſt d'un excellent uſage pour le renvoyer contre un attériſſement qu'on a deſſein de détruire; ce qu'il fait ſans beaucoup ſouffrir de la part du choc de l'eau qui ne le rencontre alors que fort obliquement: ainſi dans ce cas il mérite la préférence ſur les deux autres.

Si l'on n'a point cette vue, & qu'au contraire on veuille remplir un endroit plus creux que le lit du fleuve, l'angle aigu eſt le meilleur de tous pour occaſionner un dépôt; alors on peut faire l'épi un peu courbe ou à pans, pour former une maniere d'anfractuoſité, obſervant que ſa tête ſoit tellement diſpoſée, que la face extérieure du priſme d'eau dormante ne réfléchiſſe point le courant modifié contre les rives, de crainte de les endommager, à moins qu'on n'eût occaſion de détruire en même tems un banc qui ſe trouveroit près de là; alors il faudra tracer l'épi en conſéquence. Quant à l'angle droit, je ne lui connois guere d'autre

d'autre mérite que de racourcir la longueur de l'épi, depuis la rive d'où il doit partir, juſqu'au terme où il faut qu'il aboutiſſe, qui ſe trouvera toujours plus long pour les deux autres angles, lorſque la tête de l'épi ſera également éloignée de cette rive. D'ailleurs recevant perpendiculairement le choc de l'eau, il en ſera plutôt dégradé par le pied, parce que les dépôts ne pourront avoir lieu que dans le fond du même angle, ſi le courant a un peu d'impétuoſité, à cauſe que l'eau n'y ſera guere agitée; au lieu qu'en-deçà étant refléchie d'une part & renvoyée de l'autre ſur elle-même, elle fera un tourbillon avant que de ſe joindre au courant libre.

Examen des propriétés des épis triangulaires. Pl. XXXV, fig. 7 & 8.

1013. Nous avons ſuppoſé juſqu'ici que les épis étoient des maſſifs de figure paralellipipede ſolidement établis; mais comme dans bien des cas cette forme ſeroit ſujette à cauſer des débordemens dans le tems des grandes crues, ſi l'on étoit obligé de donner à l'épi beaucoup de longueur, par conſéquent de trop rétrécir le paſſage des eaux, voici le moyen de concilier l'objet qu'on ſe propoſe avec les changemens qui arrivent aux fleuves, afin qu'il n'en puiſſe réſulter aucun dommage. Ce moyen eſt de faire les épis en maniere de coin NCD, c'eſt-à-dire, que la face oppoſée au courant ſoit un triangle rectangle, comme le montrent les figures 7 & 8, où dans la premiere l'épi fait un angle aigu avec la rive adjacente, & dans la ſeconde, un angle obtus, qu'on pourroit auſſi rendre droit, ſelon qu'on le jugera plus convenable.

Il eſt certain qu'à bien des égards, ces ſortes d'épis doivent occaſionner une partie des choſes que nous avons remarquées au ſujet des précédens, mais modifiées à cauſe de la différence de leur figure. L'eau renfermée dans les angles de droite & de gauche y étant preſque dormante, formera deux piramides triangulaires DQNC & DNYC, qui n'en feront enſemble qu'une ſeule CNQDY avec le corps de l'épi, & au bout d'un certain tems cette piramide deviendra entiérement ſolide, lorſque les dépôts auront pris ſucceſſivement la place de l'eau dormante.

Les épis triangulaires ont l'avantage de ne point trop rétrécir le paſſage d'un courant dans les grandes crues.

1014. On voit que dans l'un & l'autre cas la lame d'eau qui coulera immédiatement au-deſſus du fond, venant rencontrer la baſe QD de la piramide NQDC, deſcendra de Q en D pour ſe joindre au courant libre, ſi la vîteſſe du fleuve eſt médiocre, ou bien réjaillira de P vers H pour concourir avec lui ſelon la diagonale LI, ſi cette vîteſſe eſt fort rapide. Comme

il arrivera la même choſe à toutes les autres lames qui rencontreront les baſes telles que RS, XF, le triangle incliné NQD, oblique à la rive AC, rejettera néceſſairement le courant modifié vers la droite, mais toujours de moins en moins depuis le fond juſqu'à la ſurface, où il n'y aura que peu de différence dans les vîteſſes de ſa largeur.

Il ſuit de là que dans les grandes crues les eaux auront bien plus de liberté de s'écouler que ſi l'épi étoit de figure paralellipipede; ainſi ce ſera principalement vers le fond de leur lit qu'elles opéreront ſur l'attériſſement qu'on voudra raſer dans le tems même de leur hauteur ordinaire : tems qu'on ne ſauroit trop mettre à profit, puiſque c'eſt celui qui a le plus de durée. Au reſte, je paſſe ſous ſilence pluſieurs remarques ſur la préférence que méritent les épis triangulaires, parce qu'elles ſeront aiſées à appercevoir pour peu qu'on y réfléchiſſe.

Application des épis, pour raſer des attériſſemens.

1015. Je crois avoir aſſez expliqué les effets que produiſent les épis, pour paſſer à l'application qu'on en peut faire à réparer les rivieres en mauvais état, en commençant par montrer comment on peut contraindre le cours des eaux de raſer les attériſſemens qui s'y ſont formés, ſans être obligé d'employer les forces humaines, ſur-tout lorſque les dépôts ſont au-deſſous des plus baſſes eaux, & qu'on ne peut travailler à ſec. Nous enſeignerons enſuite la maniere de relever les endroits plus profonds que le lit du fleuve, & ce que l'on peut pratiquer pour travailler à peu de frais; mais de quelque maniere qu'on s'y prenne, le point eſſentiel eſt d'attaquer la cauſe des attériſſemens, de crainte qu'ils ne renaiſſent quelque tems après les avoir détruits, autrement ce ſeroit toujours à recommencer.

Pl. XXXV, fig. 9.

Suppoſons que dans un fleuve qui étoit réguliérement dirigé, il s'eſt formé le long de la rive droite CD un attériſſement GHIKLM qu'on veut détruire; il faut choiſir le tems des baſſes eaux pour conſtruire un épi EF dans l'endroit le plus convenable, afin que faiſant un angle obtus avec la rive AE, il renvoie les eaux de la maniere la plus avantageuſe ſur l'attériſſement dont il s'agit. Comme il convient d'en faciliter l'action, il faut couper ce terrein par pluſieurs tranchées IO, KP, &c, paralelles entr'elles, dirigées de maniere qu'une partie du courant les enfile & s'échappe par une ou pluſieurs autres tranchées HL qui croiſeront les précédentes, obſervant que la plus prochaine de la digue en ſoit aſſez éloignée pour que celle-ci n'en reçoive point de dommage.

1016. Les choſes ainſi diſpoſées, il eſt évident que le courant forcé de ſe gonfler dans la partie ſupérieure, coulera avec beaucoup de rapidité par le paſſage NI, ſur-tout dans les tranchées qu'on aura faites, où il émouſſera les angles des compartimens ou petites iſles qu'elles formeront, dont la capacité ira toujours en diminuant avec d'autant plus de célérité que ces tranchées ſeront plus profondes; c'eſt pourquoi il faut, s'il eſt poſſible, les creuſer juſqu'au niveau du lit uniforme des eaux. On peut encore les aider en faiſant des ſillons avec la charrue, & conſtruire dans leurs intervalles des files de clayonnages, comme il eſt dit article 540, afin que dans le tems des crues le fleuve ronge auſſi la ſurface des mêmes compartimens; en un mot on doit ſeconder la nature en tout ce que l'art peut y mettre du ſien : c'eſt de quoi nous donnerons des exemples dans le chapitre ſuivant.

De quelle maniere un courant opere ſur les attériſſemens, lorſqu'on le fait gonfler par un épi.

1017. Comme il convient de ne laiſſer ſubſiſter l'épi que juſqu'à l'entiere ſuppreſſion de l'attériſſement, de crainte que cet épi n'en occaſionne d'autres R, S, dans les angles qu'il formera; on peut ſe contenter de le conſtruire avec des gros gabions remplis de pierres, & le revêtir de claies du côté oppoſé au courant, ou bien l'on ſe ſervira de palplanches attachées à des ventrieres étayées, & ſoutenues par des pilots. On peut auſſi ſe ſervir de caiſſes, comme celles dont il eſt parlé dans l'article 851, & les leſter autant qu'il ſera poſſible, pour les conduire dans la place qu'elles doivent occuper, qu'on aura eu ſoin de préparer pour les recevoir; voulant les fixer, on y fera entrer l'eau afin d'en augmenter le poids (859); & ſi le courant eſt rapide, il ſera bon de les appuyer contre des pilots enfoncés par intervalles. Lorſque cet épi aura rempli ſon objet, on en épuiſera l'eau, afin de remettre les caiſſes à flot pour les conduire où l'on voudra; mais ce qui vaut mieux que toutes ces pratiques, & ce qui eſt d'une expédition bien plus ſimple, c'eſt d'employer le *radeau* ou épi ambulant exprimé ſur la planche XII, décrite dans l'article 768, que l'on feroit bien de relire. L'uſage de cet épi ſera d'autant meilleur, qu'ayant ſa ſurface inclinée, elle renverra mieux le courant ſur la partie qu'on a deſſein de détruire; & quand on voudra lui donner les propriétés d'un épi triangulaire, il ſuffira d'enterrer ſa baſe dans une tranchée dont la profondeur augmente à meſure qu'on approchera du milieu de la largeur du fleuve, afin que la tête de cet épi n'ait de relief que celui qu'on jugera convenable de lui laiſſer pour ne point trop gêner

Divers moyens de former des épis ambulans.

le paſſage de l'eau dans le tems des grandes crues. D'ailleurs il n'y a rien de plus commode que d'avoir pluſieurs de ces machines le long d'une riviere, afin de s'en ſervir dans tous les cas où elles ſeront applicables.

Uſage des épis triangulaires, pour faciliter le comblement des fonds qui ſe rencontrent dans le lit des fleuves. Pl. XXXV, fig. 10 & 11.

1018. Pour conſerver les fleuves en bon état, il faut veiller ſans ceſſe à maintenir le fil de l'eau dans le milieu de leur lit, ſans permettre qu'il ſe jette plus vers une rive que vers l'autre; au contraire, de ce que repréſentent les figures 10 & 11, où l'on ſuppoſe que le lit eſt plus bas le long de OPQ que du côté oppoſé EFG qui répond à un attériſſement. Si on laiſſoit les choſes en cet état, le courant ayant plus de rapidité à gauche qu'à droite, dès qu'il auroit une fois gagné la rive AB, il eſt certain qu'elle tomberoit bientôt en ruine. Pour prévenir ce dommage, il faut remplir de limon le creux OPQMK, & que le courant rejetté vers l'attériſſement le détruiſe, de maniere que les eaux ayant enſuite pris leur cours dans le milieu du fleuve, les puiſſances agiſſantes & réſiſtantes ſe maintiennent en équilibre.

Il importe fort d'obſerver qu'on n'y parviendra point en jettant des terres dans le creux que l'on veut combler, fuſſent-elles tirées en partie de l'attériſſement prochain, parce qu'étant nouvellement remuées, le courant les emportera à meſure qu'elles y ſeront dépoſées. D'ailleurs ce travail deviendroit impraticable dans bien des cas & d'une extrême dépenſe; au lieu qu'il vaut bien mieux faire agir la nature, dont les effets ſeront beaucoup plus ſûrs. Pour la mettre en état d'opérer, il faut le long de la rive AB faire un nombre d'épis triangulaires IK, LM, ſelon l'étendue qu'on voudra garantir, enſorte qu'ils ſoient ſolidement enracinés avec elle, & que les extrêmités K, M répondent au fond du fleuve; autrement les mêmes extrêmités ſeroient bientôt dégradées, à moins qu'on ne les enveloppe par une *crêche*, comme on fait les avant-becs des piles d'un pont. Au ſurplus, ces épis doivent être de même longueur, paralelles entr'eux, & former des angles aigus du côté oppoſé au courant. Je laiſſe à la diſcrétion de ceux qui en feront conſtruire, d'en régler les intervalles & la ſaillie, convenablement aux circonſtances; car il n'eſt pas néceſſaire qu'ils s'étendent juſqu'au milieu du nouveau lit, il ſuffit qu'ils y rejettent l'eau, ce qu'ils feront aſſez réguliérement dès que leur ſurface ſupérieure ſera dans un même plan incliné.

Si l'on ſe rappelle ce qui a été dit, article 1013, on ſentira qu'au tems des grandes crues, l'eau dormante renfermée dans

l'angle H R K, y formera une piramide dont la ſurface extérieure ſera exprimée par le triangle IKH, tandis que dans l'intervalle qu'on aura laiſſé entre les épis, il y aura de même un dépôt d'eau dormante, qui formera un glacis ou plan incliné KILM; ainſi des autres ſuivans, leſquels joints à la piramide rejetteront le courant vers le milieu de ſon lit naturel, de la même maniere que ſi le tout enſemble formoit un corps ſolide. On obſervera que ceci doit arriver principalement vers le fond, & que dans les fortes crues, les lames d'eau qui ſe trouveront au-deſſus du plan incliné couleront avec preſque autant de liberté que s'il n'y avoit rien au-deſſous qui les détournât de la direction parallelle aux rives AB, CD, enſorte que la partie droite du fond ſe creuſera, tandis que la gauche ſe comblera au contraire par le limon que les eaux troubles & dormantes dépoſeront ſucceſſivement. Ainſi au bout d'un tems la partie la plus baſſe deviendra la plus élevée, & l'autre d'élevée qu'elle étoit s'abaiſſera, par une ſuite néceſſaire de la propriété des épis triangulaires, dont la fin eſt de remplir à la fois deux opérations qui s'aident réciproquement. Bien entendu que ſi le terrein étoit trop ferme pour que l'eau pût le raſer facilement, il faudroit l'entre-couper de foſſés, comme dans la figure 11.

Application des mêmes épis pour réparer les breches qui ſe font aux rives, par l'action d'un courant.

Pl. XXXV, fig. 12.

1019. Il ſuit que ſi par les cauſes mentionnées aux articles 996, 997, 998, 999, il s'étoit formé un brêche EFG dans la rive AB (figure 12), il faudroit, pour en faciliter la réparation, faire les épis IK, LM, à ſes extrêmités, & quelques autres intermédiaires, au cas que cette breche fût fort longue, pour combler le creux qui l'aura occaſionnée; ce que la vaſe fera bien plus ſolidement que les terres qu'on y pourroit jetter. Quand les dépôts ſe feront ſucceſſivement élevés au-deſſus du niveau des plus baſſes eaux, on pourra commencer à réparer la breche, dont le remblais s'affermira de lui-même, parce que, garanti par les épis, il ne ſera point tourmenté de la part du courant, qui auroit bientôt dégradé cette réparation, s'il avoit la liberté de s'exercer contre des terres nouvellement battues, comme cela arrive toutes les fois que l'on ne prend point les précautions que nous exigeons.

L'expérience nous apprend que le lit des rivieres ſe releve ſans ceſſe, juſqu'à ſurmonter en bien des endroits le niveau des campagnes, qui en ſeroient inondées, au grand préjudice des habitans, ſi l'on n'avoit ſoin d'en ſoutenir l'eau par des digues. On remarque auſſi que dans les endroits reſſerrés, comme entre les

piles des ponts, l'eau ne laiſſe jamais de dépôts, parce qu'elle les porte au-deſſous, où ſon lit eſt plus ouvert. Il ſuit de-là que pour lui donner plus d'activité & de force, il faut non-ſeulement en redreſſer le cours, mais auſſi en rétrécir le lit, afin qu'elle puiſſe charrier au loin, & s'il ſe peut juſqu'à la mer, les matieres dont elle eſt chargée. L'exemple des rivieres qui traverſent les villes en fait ſentir la néceſſité, car elles y ſont toujours navigables, à cauſe du rétréciſſement où les quais les reduiſent, au lieu qu'il n'en eſt pas de même dans les parties extérieures. On peut cependant leur donner par-tout cette propriété, mais à bien moindres frais, puiſqu'au lieu de quais de maçonnerie, il ſuffit qu'elles ſoient encaiſſées par des digues de terre faites avec ſoin, comme l'on en va juger.

Maniere de rétrécir le lit d'un fleuve qui s'eſt trop étendu en largeur. Pl. XXXV, fig. 13.

1020. Ayant une fleuve renfermé entre des rives fort écartées HIK, CEFG, qu'on veut redreſſer & rapprocher, comme ſont les digues projettées AB, CD, dont la partie CE provenant des anciens travaux peut-être conſervée, parce qu'on la ſuppoſe en bon état, & qu'elle eſt ſituée convenablement à la réparation qu'on veut faire; il faut commencer par tracer les nouvelles digues relativement au cours le plus avantageux qu'il conviendra de faire prendre aux eaux, de maniere que l'intervalle & la hauteur de ces digues puiſſent contenir les plus grandes crues, ce qui ſera aiſé à déterminer en ſe réglant ſur la largeur & la profondeur où le fleuve ſe trouve réduit dans les villes prochaines, obſervant cependant de lui donner un peu plus d'aiſance.

Voulant faire un ouvrage ſolide, il faut, ſi l'on eſt dans un pays où le bois ſoit commun, commencer par faire un grand amas de faſcines pour établir le pied des digues, afin d'empêcher les terres de remblais d'être emportées par le cours de l'eau, & conſtruire par intervalle le long des mêmes digues, des épis triangulaires L, M, formant des angles aigus oppoſés au courant; ce que l'on pratiquera dans les endroits où on le jugera le plus néceſſaire à maintenir le courant dans les limites NO, PQ, pour que d'une part il s'y creuſe un lit, tandis que de l'autre les digues ſe fortifieront de plus en plus par les dépôts qui ſe feront au pied.

Uſage des épis triangulaires, pour redreſſer un fleuve qui s'eſt

1021. Il ne ſuffit point de rétrécir le lit des fleuves pour en augmenter la vîteſſe, il faut auſſi ſupprimer tous les obſtacles qui la retardent; à quoi contribuent les tortuoſités qui ſe rencontrent, ſur-tout quand elles n'ont point une douce in-

flexion, & qu'au contraire elles forment des replis ſerrés, occaſionnés le plus ſouvent par un dépôt de matiere dure, telle que ſont les cailloux & graviers que certaines rivieres charrient, qui donnent lieu aux eaux de ſe frayer un paſſage nouveau dans le terrein adjacent à la rive, contre laquelle elles ſe ſont rejettées en contournant une partie de l'obſtacle, comme on le remarque dans les figures 9 & 10, au bas de la planche XXXVI. On ſuppoſe dans la premiere que l'attériſſement ELN s'eſt étendu au point de contraindre le fleuve de ſe creuſer un nouveau lit KXYSC, en dehors de ſon ancienne rive gauche AC, au grand préjudice des propriétaires du champ voiſin, dont la perte ne peut aller qu'en croiſſant ſi le terrein eſt tendre, & qu'il ſoit mis en valeur; car il n'y a point de doute que le côté MFG ne s'étende de plus en plus, ſi le courant le long de la nouvelle rive ABC ſe trouve plus rapide, par conſéquent plus profond que vers la droite.

écarté de ſon cours naturel, Pl. XXXVI, fig. 9 & 10.

Comme une telle réparation pourroit devenir impoſſible en ſuivant les moyens ordinaires, malgré les dépenſes qu'on voudroit y faire, par la difficulté de raſer l'attériſſement que je ſuppoſe extrêmement vaſte, & de combler toute la partie de la riviere formant le coude, qui aura peut-être plus de mille toiſes de contour, c'eſt ici l'occaſion de montrer comment l'on peut par des moyens ſimples & peu diſpendieux, obliger la nature de ſe charger ſeule du ſoin de remettre les choſes dans leur ancien état.

Ces moyens ſe réduiſent à faire dans le tems des baſſes eaux un nombre d'épis bien alignés dans la largeur AQ de l'entrée du coude, pour rejetter le courant ſur l'attériſſement, après l'avoir entre-coupé par des tranchées droites & obliques, QS, MN, EH, OP, qui produiront le même effet que ci-devant; enſuite à barrer la largeur du coude par un premier batardeau conſtruit vers le milieu BL, & par un ſecond poſé à ſon débouché SW; obſervant que la hauteur de l'un & de l'autre ſe termine au niveau des moyennes eaux, pour que les grandes crues puiſſent paſſer par-deſſus, de crainte qu'elles ne débordent dans le pays.

1022. Ceci bien entendu, l'on voit que les eaux troubles renfermées dans les eſpaces AXFUT & LYGW, n'ayant plus de mouvement, y dépoſeront leur limon, ce que feront auſſi une partie de celles qui couleront au-deſſus dans le tems des crues; ainſi le lit du coude ſe relevera ſucceſſivement juſqu'au

Explication de la maniere dont le courant remplira d'une part le

lit du coude, & s'enformera un autre plus droit.

niveau des plus baſſes eaux, que je ſuppoſe le même que celui de l'attériſſement. Il convient de conſerver la partie VLS de cet attériſſement, pour ſervir de baſe à la digue AKWC, qu'il ne faudra conſtruire que lorſque les choſes ſe trouveront en état de ne plus laiſſer au fleuve d'autre cours que par le nouveau lit qu'il ſe ſera fait, & qu'on aura rétabli auſſi la rive droite XRZ, qu'on ſuppoſe avoir été négligée depuis que le coude aura eu lieu. Au ſurplus, il eſt à propos de faire des épis le long des nouvelles digues, pour maintenir le courant dans le milieu, n'y ayant point de doute qu'il ne ſe jette vers la gauche auſſi long-tems qu'il ne ſe ſera point encore creuſé un lit d'une profondeur ſuffiſante, à cauſe de la pente que le fond aura conſervé de ce côté-là.

Si au lieu d'un grand coude, comme le précédent, il ne s'en rencontroit qu'un petit borné par les rives OZH & IKM, il ſuffiroit, de même que dans l'article 1019, de conſtruire deux épis EG, HN, répondant à l'entrée & à la ſortie, & même quelques autres intermédiaires s'il le faut, pour occaſionner le comblement de l'anfractuoſité OZH, & la deſtruction de l'attériſſement IKML, & lorſqu'il en ſera tems on rétablira les bouts de digue OFH, ILM.

Pl. XXXVI, fig. 10.

Il paroît que ces exemples ſuffiſent pour montrer l'excellent parti que l'on peut tirer des épis triangulaires, & combien le cours des eaux ſagement ménagé peut remplir d'objets avec très-peu de dépenſe; c'eſt pourquoi je vais dans le chapitre ſuivant enſeigner la conſtruction des épis faits en faſcinages, qui ſont plus propres qu'aucune autre eſpece pour faire aux rivieres telle réparation qu'on voudra.

CHAPITRE

CHAPITRE II.

De la conſtruction des épis de faſcinage qui ſe font ſur les rivieres.

1023. De tous les moyens dont on s'eſt ſervi juſqu'à préſent pour s'oppoſer à l'impétuoſité des eaux, il n'en eſt pas de plus ſimple, de moindre dépenſe, & qui ait mieux réuſſi que les épis de faſcinage que l'on conſtruit le long des bords du Rhin. C'eſt par eux qu'on arrête les fougues & l'inconſtance de ce fleuve, & qu'on en détourne quelque partie ſuivant le beſoin; on a d'ailleurs l'avantage de pouvoir les exécuter à quelque profondeur d'eau que ce ſoit, ſans faire aucun épuiſement. Comme pour bien traiter ce ſujet, il faut y avoir fait travailler ſoi-même; n'ayant point eu cet avantage, j'ai été éclairé par M. Maréchal, à préſent directeur des fortifications de la province du *Languedoc*, qui a ſur ce ſujet une pratique conſommée, en ayant beaucoup fait exécuter ſur le Rhin; ainſi nul ne pouvoit mieux que lui me donner le fonds de ce chapitre.

Avantage des épis, tels qu'on les conſtruit ſur le Rhin. Quels ſont les cas principaux où ils peuvent être employés.

On emploie ordinairement les épis dans ſix ſortes d'occaſions. 1°. Pour garantir une rive AA (figure 1) parallele au courant du fleuve. 2°. Pour aſſurer la tête d'une iſle telle que BB, & la mettre en état de réſiſter à l'impétuoſité des eaux. 3°. Pour conſerver la queue d'une iſle CC, ou quelques autres terreins ſitués au confluent FHG (fig. 7) des deux bras d'un fleuve. 4°. Pour garantir quelques ouvrages comme Y, Z, (fig. 1) ſitués au milieu ou ſur les bords d'un fleuve. 5°. Pour barrer entiérement un de ſes bras (fig. 5) & lui faire prendre un autre lit. 6°. Pour détourner ſon cours, comme fait EDF (fig. 16) & le rejetter contre l'autre bord. Pour toutes ces ſituations le fond de la conſtruction eſt preſque toujours le même; mais comme la diverſité du cours de l'eau, par rapport à chacune, fait naître des difficultés qui obligent à donner quelques arrangemens différens ſuivant l'occaſion, nous aurons attention de les diſtinguer, afin de ne rien négliger de ce qui leur appartient.

Pl. XXXVI. XXXVII, XXXVIII & XXXIX.

1024. Les faſcines qu'on emploie pour la conſtruction des

Qualités &

dimenſions des faſcinages pour la conſtruction des épis.

épis ont environ 11 pieds de longueur ſur 30 pouces de tour, meſurées près de la tête, qui doit être coupée droite, leurs brins d'un bois de ſix à ſept ans de coupe, bien ſerrés & liés par trois hares ; la premiere éloignée d'un pied de leur tête ; la ſeconde de trois pieds ; & la troiſieme de 6, afin qu'il reſte au moins quatre pieds de queue qui ne ſoit point liée. Les piquets ont environ cinq pieds de longueur, & ſix à ſept pouces de pourtour au gros bout : ils doivent être ronds, bien affilés, & les plus droits qu'on pourra les avoir.

Les *clayons* ſont de longues perches de charme, de hêtre, ou de quelqu'autre bois flexible & bien liant, qu'on entrelace autour des piquets ſur environ 6 à 7 pouces de hauteur. Ils ſervent à contenir les faſcines, & à ſoutenir le gravier dont on charge chaque couche ; les plus longs ſont les meilleurs : il ſuffit qu'ils aient deux pouces de tour pour être d'une force convenable & facile à employer, parce que quand ils ſont plus gros on ne peut les faire croiſer aiſément autour des piquets, à moins que de les eſpacer davantage ; ce qui eſt contraire à la ſolidité de l'ouvrage.

Comme nous nous ſervirons ſouvent du terme de *tune*, on ſaura qu'il déſigne un couchis de faſcines, traverſé de pluſieurs rangées de piquets & de clayons, le tout chargé d'un lit de gros gravier de ſix à ſept pouces de hauteur.

Regle générale à obſerver pour déterminer l'épaiſſeur des épis ſur la profondeur de l'eau où ils doivent être établis.

1025. Je ſuppoſe qu'après avoir fait des amas de faſcines, clayons, piquets & gravier, il eſt queſtion de conſtruire un épi le long d'une rive, & qu'avant que d'entamer l'ouvrage on s'eſt pourvu d'un homme entendu dans la maniere de poſer les faſcines. Alors le tems des plus baſſes eaux étant arrivé, on commencera à ſonder la profondeur qui regne ſur toute la longueur de l'épi qu'on veut établir, ce qui ſervira à régler à peu près la largeur de ſa fondation, qui doit être au moins d'une fois & demie ſa hauteur ; c'eſt-à-dire que s'il ſe trouve vingt pieds de profondeur d'eau, on en donnera trente de largeur à la fondation. On ne doit guere s'écarter de cette regle quand on veut faire un ouvrage ſolide, excepté à la tête d'une iſle où il faut avancer davantage à l'eau, pour donner plus de force à l'épi, ou quand on veut barrer le bras d'un fleuve ; auquel cas on donne le double de la hauteur & quelquefois plus, pour proportionner la force de l'ouvrage au poids & au choc de l'eau : ou encore quand le rivage ſe trouve eſcarpé & preſque à plomb. Au reſte, on ne péchera point en donnant beaucoup

de largeur à cette fondation, parce que les retraites d'un pied qu'on fait à chaque tune, emportent conſidérablement de cette épaiſſeur; & il arriveroit, ſi on en donnoit moins qu'il n'en faut, que quand l'épi ſeroit parvenu à ſon couronnement, il ſe trouveroit preſque réduit à rien. D'ailleurs les incidens qui ſurviennent quelquefois par les débordemens qui obligent à faire de nouvelles fondations ſur les anciennes, doivent engager à prendre cette précaution pour pouvoir ménager une retraite ſur ces dernieres, comme je le dirai dans la ſuite. Anſi c'eſt en prévoyant toutes ces difficultés qu'on doit ſe régler.

Conſtruction d'un épi ſitué le long d'une rive expoſée à être endommagée par le courant.

1026. La longueur & la largeur étant déterminées, auſſi bien que l'alignement qu'on veut donner à l'épi, on travaillera à ſon *enracinement* qui en eſt comme la culée ; il conſiſte en un certain nombre de tunes que l'on conſtruit à ſa naiſſance, c'eſt-à-dire à l'endroit où il doit commencer à entrer dans l'eau, & qu'on pouſſe de biais dans les terres, juſqu'à une diſtance proportionnée au poids de l'épi, à ſa longueur & à la rapidité de l'eau; obſervant de le commencer toujours dans la partie ſupérieure, comme le montre la fig. 17, où l'on ſuppoſe que l'eau coule de I vers F. Auſſi cet enracinement doit-il ſe faire en I & ſe pouſſer dans les terres de I en K, formant avec la rive IE un angle d'environ quarante-cinq degrés, afin qu'il reſte aſſez de terrein KE pour empêcher que l'eau ne l'attaque. Je ſuppoſe au ſurplus que ce même terrein a été trouvé bon, & qu'il n'eſt queſtion que de garantir la partie AD.

Pl. XXXVII. Fig. 17.

Pour faire cet enracinement, on commencera par déblayer les terres ſur toute la longueur IK & la largeur LK, excavées auſſi bas que la tranſpiration des eaux le permettra ; on aura ſoin de les mettre de côté, pour être employées à couvrir l'épi quand il ſera dans ſa perfection.

Si l'épi qu'on doit conſtruire ſe trouve dans une ſituation à fatiguer beaucoup, comme il arrive lorſqu'il reçoit la chûte d'un courant, ou qu'il ſert à barrer un bras conſidérable, il faut lui donner juſqu'à douze toiſes, s'il ſe peut, de longueur d'enracinement; mais s'il n'eſt deſtiné qu'à garantir le bord d'un fleuve, & qu'il n'ait pas beaucoup à ſouffrir de ſon impreſſion, il ſuffit de l'enraciner de ſix à ſept toiſes. En cela le terrein ſur lequel on travaille doit ſervir de guide : c'eſt à celui qui eſt chargé de l'ouvrage, de juger ſainement de ce qu'il convient d'augmenter ou diminuer de l'encaiſſement (à proportion de la violence des eaux à combattre), ainſi que de la longueur & de la

Fig. 8 & 17.

hauteur qu'on donnera à l'épi, dont le ſommet doit être de quatre à cinq pieds au-deſſus des eaux ordinaires.

Maniere de travailler le faſcinage pour la conſtruction de l'enracinement. Pl. XXXVII, XXXVIII & XXXIX. Fig. 12, 13, 14, 15, 19, 26, 30 & 32.

1027. Les terres de l'enracinement étant excavées, on choiſira les faſcines les plus ſeches pour les mettre à part, afin de s'en ſervir à la fondation de l'épi, après quoi l'on commencera par en faire un couchis, dont on appuiera la tête contre le terrein AB; on ſerrera ces faſcines les unes contre les autres, afin qu'il ne reſte point de vuide entre elles & que le terrein en ſoit tout couvert. Sur ce premier couchis on en poſera deux autres ſemblables, diſpoſés de maniere que les ſecondes faſcines recouvrent bien les joints des premieres, & les troiſiemes ceux des ſecondes. Enſuite on plantera à plomb & d'alignement un rang de piquets FF, éloignés d'un pied de la tête des faſcines, & diſtants entre eux de quinze pouces, ſi le clayon eſt petit, de dix-huit s'il a deux pouces de tour, & de vingt-un, s'il eſt plus gros. On en plantera un ſecond rang GG à deux pieds du premier, un troiſieme HH à deux pieds du ſecond, un quatrieme II à deux pieds du troiſieme; obſervant toujours de laiſſer trois ou quatre pieds de II en DD ſans être piquetés, & de n'enfoncer d'abord les piquets qu'autant qu'il le faudra pour ſoutenir le travail du clayonnage.

Pour bien dreſſer les rangs de piquets, on plantera ceux des extrêmités F, G, &c. auxquels on attachera un cordeau qui réglera l'alignement des autres, placés de maniere qu'il ne s'en trouve point vis-à-vis ceux du précédent, pour qu'il n'y ait point de faſcines qui ne ſoient lardées; on fera tourner autour de chacun d'eux pluſieurs brins de clayon, entrelacés de façon qu'ils embraſſent le devant d'un piquet & le derriere d'un autre; il faut que ce clayonnage les garniſſe ſur la hauteur d'environ ſix à ſept pouces, qu'il ſoit bien ſerré, & que chacun des bouts de clayon appuie toujours ſur un des côtés des piquets, & les déborde de quelques pouces. On battra les clayons pour les ſerrer, auſſi bien que les faſcines; enſuite on achevera d'enfoncer les piquets juſqu'à ce que leur tête ne déborde plus que d'un pouce & demi, après quoi l'on garnira les intervalles de tous les clayonnages avec du gros gravier. On n'oubliera point de les battre à pluſieurs repriſes, parce qu'il arrive preſque toujours que les faſcines fléchiſſent ſous la peſanteur du gravier dont elles ſont chargées, & qu'elles laiſſent un jour entre elles & les clayons, qu'il faut réparer ſur le champ pour que l'ouvrage ſoit ſolide.

1028. La ſeconde couche s'exécute différemment, quant à la diſpoſition des faſcines ; mais elle eſt en tout ſemblable à la premiere, pour ce qui regarde l'arrangement des piquets, du clayonnage & du gravier. Pour la conſtruire, on mettra les faſcines à plomb la tête en bas, & aprés les avoir piquées dans la queue de celles de deſſous, à un pied ou un pied & demi au plus du dernier clayon I, on les couchera ſur le fond de l'enracinement, & l'on continuera de même ſur toute ſa longueur. Ce premier rang de faſcines étant achevé & bien ſerré, l'on en prend de nouvelles pour recouvrir les précédentes, en appuyant leurs têtes contre le premier clayon II, & on pratique la même choſe pour le troiſieme couchis que l'on poſe ſur le ſecond, c'eſt-à-dire que l'on avance la tête des faſcines de ce nouveau couchis contre le clayon HH, & qu'après les avoir bien ſerrées & ajuſtées pour ne laiſſer aucun vuide entre elles, on piquete, clayonne & charge de gravier cette nouvelle couche, qui eſt la ſeconde de la fondation. On réitere la même manœuvre à toutes les autres qu'il faudra faire pour arriver juſqu'à l'eau, & alors toutes enſemble formeront la fondation de l'enracinement, qui doit avoir environ 2 pieds d'épaiſſeur, y compris le clayonnage ; obſervant que les piquets d'une couche entrent dans les intervalles des piquets de l'autre, & que la moitié de chacune de ces mêmes couches croiſe ſur la moitié de celles de deſſous. Si au lieu de huit ou dix pieds de profondeur, qui convient au déblais de l'enracinement, il n'en pouvoit avoir que cinq ou ſix, il ne faudroit donner à la fondation que deux faſcines d'épaiſſeur, ſans quoi il ne reſteroit plus aſſez de hauteur pour reprendre ſur les premieres tunes, dont je parlerai ci-après, les autres tunes générales qui doivent lier & garnir toute la largeur de l'épi.

Suite de la même conſtruction pour l'enracinement d'un épi.

Fig. 14 & 15.

1029. La fondation de l'enracinement ayant été conduite juſqu'à l'eau, & ſa derniere couche flottant ſur environ la moitié de ſa longueur, on commencera celle de l'épi qui ne differe de l'autre que par le ſurcroît d'épaiſſeur d'un pied qu'il faut lui donner, mais qui demande cependant beaucoup plus de ſolidité & d'attention, tant par la difficulté de cheminer ſur l'eau, que pour prévenir la rupture de l'épi, qui ſe fait quelquefois en L où les faſcines plient, comme elles y ſont obligées par le poids des tunes ſupérieures, pour ſuivre la pente du terrein LMN, ſe rompent & ſe détachent entiérement quand on n'y a pas apporté les précautions néceſſaires.

Regles qu'il faut obſerver pour établir la fondation du corps d'un épi.

Pl. XXXVIII, Fig. 21.

On ſurmonte tous ces obſtacles, 1°. en donnant au moins cinq faſcines d'épaiſſeur à cette fondation, & juſqu'à ſix & ſept quand l'eau eſt fort profonde, toujours à joints bien recouverts, comme il a été dit pour l'enracinement. 2°. En poſant la tête B des premieres faſcines à un pied de la queue des dernieres de la fondation de l'enracinement. 3°. En poſant auſſi la tête des ſecondes C qu'on met par-deſſus, à un pied des têtes B, les troiſiemes D à un pied des têtes C, & les quatriemes E tout contre le clayon H. 4°. En appuyant la tête des cinquiemes faſcines F contre le ſecond clayon I, de ſorte qu'elles recouvrent le premier clayon H; & enfin, ſi l'eau vient à gagner le deſſus de la tête de ces cinquiemes, en poſant encore un ſixieme couchis par deſſus les autres, dont on appuiera les têtes G contre le troiſieme clayon K, de maniere que ces dernieres recouvrent le premier clayon H, & le ſecond I : obſervant de plus, pour mieux unir le tout, de piquer autant que l'on peut la tête des faſcines qui n'appuient pas contre les clayons.

Précautions à prendre pour travailler ſans danger ſur un tiſſu de faſcinage flottant.

1030. Mais comme à meſure qu'on avance dans l'eau, la queue A des premieres faſcines s'enfonce, & ne ſuffit point pour porter le poſeur, qui n'a plus la facilité de piquer à plomb les faſcines d'une nouvelle couche, il s'en approche le plus près qu'il peut pour lancer la tête de la faſcine, à peu près dans l'endroit où elle doit être piquée, & par un nouvel effort il pouſſe la queue en avant, afin de lui faire prendre la direction des autres. Après avoir réitéré cette manœuvre trois ou quatre fois de ſuite, il poſe par-deſſus ces premieres faſcines, les ſecondes, troiſiemes, quatriemes & cinquiemes, dans l'ordre précédent; alors leur volume étant devenu ſuffiſant pour le porter, il continue le reſte de la couche, obſervant de ne travailler que ſur deux ou trois pieds de largeur : il recouvre auſſi-tôt les premieres faſcines par des ſecondes, les ſecondes par des troiſiemes, & ainſi des autres juſqu'à l'entiere élévation de la couche. Ce travail ſe continue de la ſorte ſur toute la longueur de la fondation de l'épi, c'eſt-à-dire depuis l'enracinement de ſa tête juſqu'à celui de ſa queue.

Auſſi-tôt que les faſcines de la premiere couche auront été poſées & arrangées comme il vient d'être dit, ſuivant l'alignement du parement, on les piquetera & clayonnera à la maniere ordinaire ſans les charger de gravier, de crainte qu'elles ne s'enfoncent trop vîte, & qu'on n'ait pas le tems d'établir la premiere tune qui ſe conſtruit immédiatement après. On rem-

plira ſeulement de faſcines les intervalles des clayons : par ce moyen l'ouvrage deviendra plus léger, & ſurnagera plus longtems.

1031. Il eſt encore à remarquer que quand on eſt une fois arrivé à l'eau, comme en CD (fig. 18), & qu'il y a environ la moitié d'une couche de fondation qui flotte, il faut faire tourner inſenſiblement les faſcines du parement DE, juſqu'à ce que les dernieres E deviennent paralleles au cours de l'eau EH & au rivage FG ; ce qui ſe fait en rétréciſſant l'intervalle des clayonnages à meſure qu'on s'approche du rivage & qu'on s'éloigne du parement, juſqu'à ce que l'on puiſſe cheminer droit en avant, parallelement au cours de l'eau. Pour ſurcroît de ſolidité, on pourra encore mettre quelques faſcines de plus à l'endroit du parement, ſur-tout ſi on s'apperçoit qu'il s'enfonce plus que le reſte de la couche. Ces faſcines doivent être lardées de piquets plantés de biais, comme GG (fig. 28) ; cette précaution ſert beaucoup à contenir le parement de la fondation, & à lui donner de la force & de la liaiſon.

Attention qu'il faut avoir pour contourner l'épi de maniere à l'aſſujettir au chemin qu'il doit ſuivre. Fig. 18 & 21.

Fig. 28.

On remarquera en paſſant que les boſſillages qu'on voit au ſommet de la figure 21, n'ont pas lieu dans l'exécution, parce que les faſcines fléchiſſant ſous les coups dont on frappe les clayons & les piquets à pluſieurs repriſes, forment inſenſiblement des couches de niveau ; mais je n'ai pu me diſpenſer de les marquer de la ſorte pour mieux diſtinguer l'épaiſſeur des faſcines & la hauteur des clayonnages auxquels j'ai été obligé de m'aſſujettir.

1032. Pour reprendre la continuation de la premiere tune, elle ſe fait dans un ordre oppoſé à celui des fondations ; c'eſt-à-dire qu'au lieu d'arranger les faſcines parallelement au cours de l'eau, on lui préſente au contraire leur tête, en leur faiſant faire parement ſur toute la longueur de l'enracinement (fig. 20 & 33). On en poſe enſuite un rang BB, leur tête CC appuyée contre le terrein, & la queue DD tournée du côté de l'eau. On recouvre ce premier rang d'un autre dont la tête porte ſur la queue des faſcines précédentes, enſuite un ſecond EE ſur la même longueur qui recouvre la moitié des mêmes faſcines BB ; mais la tête de ces ſecondes eſt tournée du côté de l'eau. On en poſe encore un troiſieme FF, en recouvrant comme auparavant la moitié des faſcines EE, dont les têtes ſont tournées du côté de l'eau ; enfin on réitere la même choſe, juſqu'à ce que l'on ait gagné le devant GG de l'enracinement, ſur le-

Obſervations ſur la différence des tunes de la fondation d'un épi, d'avec celles qui en compoſent le corps. Pl. XXXVIII & XXXIX. Fig. 20, 22 & 33.

quel la tête des faſcines FF doit appuyer en faiſant parement, après quoi on piquete, on clayonne & l'on charge de gravier toute la tune, obſervant de bien ſerrer les faſcines & de n'y laiſſer aucun jour, ce qui eſt de la derniere importance pour la ſolidité de l'épi.

Autre obſervation ſur la maniere de poſer les faſcines du corps de l'épi, pour le rendre ſolide.

1033. Je viens de dire qu'il falloit tourner la tête CC des premieres faſcines BB du côté du terrein; j'ajoute que cela ne doit avoir lieu que dans l'enracinement, car quand on eſt une fois à l'eau, comme à l'endroit Q, on poſe ces faſcines différemment & on ne les recouvre point. Il faut d'abord tourner leur tête du côté de l'eau, & la queue du côté du rivage, ſur lequel elle porte de trois ou quatre pieds, & les autres faſcines ſe couchent enſuite comme celles de l'enracinement. La raiſon de cette différence vient de ce que le fond de l'enracinement étant de niveau, il faut par conſéquent que le devant & le derriere des tunes qui les recouvrent le ſoient auſſi: c'eſt pourquoi on redouble à contre-ſens les premieres faſcines, pour rendre les deux paremens de même hauteur; au lieu que dans le corps de l'épi, le rivage contre lequel les faſcines appuient, a toujours quelque talud qui ſupplée au redoublement que l'on fait aux premieres. Si cependant il arrivoit que le derriere de l'épi s'enfonçât trop, on y remédieroit auſſi-tôt par des couſſinets P (fig. 28), qui ne ſont autre choſe que des faſcines poſées en travers ſous la queue des premieres de la tune: de même ſi le devant de l'épi baiſſoit trop, on doubleroit les faſcines du parement.

Il faut avoir attention de choiſir pour les deux premiers rangs de clayonnage qu'on fera du côté du parement, les plus gros & les plus longs piquets, & les meilleurs clayons, de même que les faſcines dont les brins ſeront les plus gros & les mieux conditionnés, parce que c'eſt ſur le parement que l'eau fait ſon plus grand effort; alors cette tune aura environ dix-huit pouces d'épaiſſeur, ſavoir, onze de la part des faſcines, & ſept de celle du gravier.

Conſtruction des tunes de recouvrement, & avec quelle précaution l'ouvrage doit être conduit. Fig. 20 & 22.

1034. Cette premiere tune doit, comme je l'ai déja dit, ſuivre immédiatement la fondation, & avancer à proportion; ſur quoi il eſt à remarquer qu'auſſi-tôt qu'elle entrera de quinze à dix-huit pieds dans l'eau, il en faut commencer une ſeconde, & la pouſſer depuis le commencement de l'enracinement juſqu'au ſecond clayon de la fondation, à compter depuis ſon extrêmité, de ſorte qu'elle ſoit toute recouverte, excepté les queues des faſcines qui ne ſont point piquées, & l'intervalle des deux premiers

miers clayons, ce qui doit s'obſerver dans tout le cours de la fondation.

N'ayant encore conduit l'épi qu'à quelques toiſes dans l'eau, voyons maintenant ce qu'il faut faire pour le pouſſer plus avant, & le terminer heureuſement. Comme on ne peut trop apporter de précaution dans la conduite de cet ouvrage, particuliérement quand l'eau eſt rapide & profonde, on remarquera qu'il eſt quelquefois dangereux de le pouſſer trop vîte, & qu'il ne l'eſt pas moins de ne le pas pouſſer aſſez promptement, ces deux extrêmités étant également ſujettes à des ſuites fâcheuſes. Le pouſſant trop vite, c'eſt-à-dire, en avançant trop de ſuite dans l'eau ſans lier la fondation avec des tunes qui prennent dans l'enracinement, il eſt à craindre que quelques crues d'eau ou ſa ſeule rapidité n'emporte l'ouvrage, comme cela eſt arrivé pluſieurs fois. Ne le pouſſant pas aſſez, en travaillant trop ſur ce qui eſt déja fait, ſon poids qui s'augmente de plus en plus fait enfoncer l'épi & perdre la fondation de vue : alors on eſt obligé d'en recommencer une nouvelle ſur le bord de l'enracinement ; mais ces ſecondes fondations ne font jamais bonne liaiſon, laiſſant des chambres au travers deſquelles l'eau gagne le derriere de l'épi, & occaſionne quelquefois ſa ruine.

Pour prendre donc un juſte milieu, il faut, après que la couche de fondation a été faite ſur toute la longueur de l'enracinement, & qu'elle entre de quinze à dix-huit pieds dans l'eau, travailler auſſi-tôt à la premiere tune, & la poſer comme dans les figures 20 & 22, où je ſuppoſe que la fondation eſt arrivée en RR, depuis le commencement de l'enracinement LL, juſqu'au clayon PP, qui eſt le ſecond pris à l'extrêmité de la fondation RR, en laiſſant le premier clayon QQ à découvert, afin que la couche de fondation qu'on pouſſera dans la ſuite au-delà de RR, puiſſe être exécutée comme il a été dit ci-deſſus ; j'entends que la faſcine ſupérieure recouvre QQ & aboutiſſe au clayon PP. Pl. XXXVIII ; fig. 20 & 22.

Quelles ſont les retraites qu'il faut laiſſer pour lier parfaitement les parties de l'ouvrage.

1035. Au-deſſus de cette premiere tune on en fait une ſeconde en commençant toujours en L ; mais on ne la pouſſera que juſqu'en O, laiſſant une retraite de deux ou trois toiſes de P en O ; on pourra même en faire encore une troiſieme au-deſſus des deux précédentes, comme de L en N, avec une ſemblable retraite ON, s'il ſe trouve aſſez de hauteur dans l'enracinement. Le tout bien conſolidé, on pouſſera de nouvelles cou-

ches de fondation au-delà de RR, pour continuer les tunes de la maniere que nous venons de le preſcrire.

Par cette diſpoſition, l'enracinement ne ſe trouvera point fatigué, & l'épi prenant inſenſiblement ſon affaiſſement ſera exempt des inconvéniens dont nous avons parlé. On continuera de même le travail ſur toute la longueur de l'épi juſqu'à ſon entier achevement, en pouſſant toujours en avant une couple de couches de fondation à la fois ſi l'eau eſt rapide, & trois ou quatre ſi elle eſt tranquille.

A ces couches ſuccéderont immédiatement les tunes, & ſurtout la premiere inſéparable de la fondation, qui depuis l'enracinement ne doit pas être chargée de gravier, non plus que la fondation (particuliérement ſi l'eau eſt fort profonde) afin qu'étant plus légere elle flotte toujours, juſqu'à ce qu'on juge à propos de la faire enfoncer davantage. Lorſqu'on eſt une fois parvenu à 12 ou 15 toiſes en avant dans l'eau, qui eſt le terme où l'on fait prendre fond à l'épi du côté de l'enracinement, on conduira le reſte du travail de maniere qu'il y ait au moins les trois quarts de la longueur de l'épi à fond avant que d'entamer l'enracinement de ſa queue, ſans quoi l'ouvrage ſeroit en l'air & ſe romproit indubitablement, ne pouvant réſiſter au poids des tunes ſupérieures.

Précaution à prendre pour faire deſcendre réguliérement le corps d'un épi juſqu'au fond de l'eau, afin de travailler enſuite à l'enracinement de ſa queue.

1036. Pour faire enfoncer l'épi avec ordre, on commencera toujours par charger les tunes du côté de l'enracinement, & à meſure qu'elles baiſſeront on en reprendra de nouvelles depuis l'enracinement, qu'on pouſſera à quelques toiſes de l'extrêmité de la fondation, conformément à ce qui a été expliqué ci-devant, & par-deſſus celles-ci on en reprendra d'autres depuis le commencement du même enracinement, ainſi de ſuite juſqu'à ce que l'épi ſoit à fond. On obſervera ſeulement de ménager ſi bien la hauteur de l'enracinement qu'il en reſte toujours deux à trois pieds pour y faire des tunes générales & de niveau, qui regnent ſur toute la longueur de l'épi, ce qui ne ſe pratique que quand il eſt totalement à fond d'un bout à l'autre; on en juge lorſqu'après avoir bien chargé de gravier chaque tune, on s'apperçoit qu'il ne s'affaiſſe plus.

Pl. XXXVI, fig. 8.

Quand on eſt parvenu à l'extrêmité O (fig. 8) où il faut enraciner la queue AB de l'épi, on ne doit le faire qu'après s'être aſſuré qu'il touche auſſi le fond de cette partie, & qu'il a pris ſon plus grand affaiſſement; après quoi on continue les tunes juſqu'au fond M, puis on en fait encore quelques-unes pour

mettre le milieu de l'épi de niveau avec ſes extrêmités ; enfin on recouvre le tout de deux ou trois tunes générales & plus s'il le faut, quoiqu'à la rigueur il ſuffit que le ſommet de l'épi ſoit elevé de quatre ou cinq pieds aux deſſus des eaux ordinaires.

1037. Dans le même tems qu'on travaillera à l'enracinement de la queue MO, on en pourra faire d'autres dans le milieu de l'épi, comme L, C (fig. 17) leſquels étant bien liés contribueront beaucuop à augmenter ſa ſolidité.

Quand un épi a beaucoup de longueur, il faut, pour le rendre ſolide, faire d'autres enracinemens intermédiaires entre ceux de la tête & de la queue.

Pl. XXXVIII & XXXIX, fig. 18, 20, 22 & 27.

Outre les retraites dont j'ai parlé qui doivent ſe faire de tune en tune (figure 18, 20, 22) à proportion de l'avancement de l'ouvrage, il en faut encore obſerver d'autres dans le parement de l'épi ; ces retraites ſont chacune d'un pied ; & ſe conduiſent de maniere que la tête A des faſcines de la ſeconde tune (figure 27) porte ſur le premier clayon de la premiere tune B, ainſi des autres, ce qui s'exécute ſur toute la longueur du parement, excepté dans l'enracinement où les tunes ſe mettent toujours à plomb les unes ſur les autres pour garnir tout le déblai qui aura été fait.

1038. Quand on aura bien compris la conſtruction de l'épi précédent, on ne trouvera pas de difficulté d'en faire à la tête d'une iſle (figure 3) ; on y obſerve la même diſpoſition que ci-devant ; s'il y a quelque différence, ce n'eſt que dans la maniere de l'enraciner : cependant comme c'eſt en ces endroits que la violence des eaux ſe fait le plus ſentir, ce ſont auſſi ceux qui demandent le plus de précaution ; c'eſt pourquoi il faut ſuivre ponctuellement tout ce qui a été dit précédemment pour la conduite & la ſolidité de ces ſortes d'ouvrages. Le premier enracinement ne ſe fait point à une des extrêmités de l'épi, mais à la pointe de l'iſle, comme en A, dans l'endroit où les eaux ſe diviſent. Quand la fondation a été pouſſée en avant vers l'endroit DFE qu'on a déterminé, on chemine à droite & à gauche en même tems juſqu'en B & C où l'on veut que l'épi ſoit attaché au terrein. On avance quelquefois dans l'eau de ſix à ſept toiſes la pointe DFE, quand on veut gagner quelque terrein qui a été emporté, ce qui ſe regle ſur la ſolidité que l'ouvrage demande & ſur la profondeur des eaux.

Conſtruction d'un épi ſitué à la tête d'une iſle.

Pl. XXXVI, fig. 3.

A meſure que la fondation entre dans l'eau, on doit avoir ſoin de l'élargir autant qu'il eſt poſſible, & quand une fois on eſt arrivé en DFE, on croiſe les couches qui doivent deſcendre de E en B, c'eſt-à-dire, qu'il faut commencer la couche de la fondation en F, croiſer par-deſſus EF, & continuer de E en B. Il en

Pl. XXXVI. est de même pour le côté DC, qu'on commencera à croiser en F passant sur D, après quoi l'on fait les enracinemens des extrêmités B, C, & même encore le long des côtés, si l'épi est assez long pour l'exiger.

Observation sur la maniere d'enraciner les épis placés à la tête d'une isle.

1039. Il arrive quelquefois qu'on ne peut pas faire le premier enracinement à la tête de l'isle, parce qu'il s'y trouvera peut-être un ouvrage de fortification, une maison, des jardins, &c. qu'on veut conserver (fig. Y); en ce cas il faut choisir le côté de l'eau le moins rapide pour y construire l'enracinement M (fig. 4); & ne pouvant mieux faire, on remonte insensiblement le cours de l'eau jusqu'en G, où étant arrivé on continue l'épi en descendant vers I, & en croisant les fascines de la fondation GI, sur les dernieres du côté FG.

Cette méthode donne véritablement plus de peine que l'autre, & occasionne quelquefois bien des incidents fâcheux, par le dérangement que l'eau qu'on remonte fait dans les fascines, qu'il faut retenir avec des crocs; mais en allant pied à pied, moyennant un peu de tems & de patience, on surmonte tous ces obstacles. On doit sur-tout avoir attention de resserrer à mesure que l'on avance les fascines de la fondation, pour leur faire prendre la forme du contour de l'épi.

On fait quelquefois des redents K le long des épis (figure 2), mais je ne puis approuver cette méthode, par les suites fâcheuses qu'elle entraîne. Il est vrai qu'elle paroît d'abord avantageuse pour repousser l'eau, mais les tourbillons qui se forment dans les coudes L, & qui sappent dans la suite l'épi par le pied, doivent la faire rejetter: je préférerois de lui donner plus d'épaisseur, & de contourner son parement de maniere que l'eau ne fasse que glisser dessus. Il paroît d'ailleurs que pour peu que ces redents ayent de longueur, ils affoiblissent l'épi considérablement; car l'eau qui choque la partie LKL qui lui est opposée, suivant la direction MN, ne trouve pas la même résistance que quand l'épi est continué suivant la ligne ponctuée KK: joint à ce que ces sortes de redents interrompent le cours de l'ouvrage, & en diminuent la solidité, quelque bonne liaison qu'ils puissent avoir.

Construction d'un épi situé à la queue d'une isle, ou au confluent de deux rivieres.

1040. Si le terrein qu'on veut garantir est situé à la queue d'une isle, ou au confluent de deux rivieres (figure 7), on commencera par les enracinemens A & B, & on continuera l'épi en descendant de A & de B vers H, avec les mêmes précautions que ci-dessus. Pour bien avancer cet ouvrage, il faut avoir

deux poſeurs qui travaillent en même tems de chaque côté ; mais ſi l'on n'en avoit qu'un & que les deux bras fuſſent d'une égale rapidité, il faudroit lui faire faire, autant qu'il ſera poſſible, un même nombre de couches à chacune de ces parties, afin qu'étant arrivé en F & en G, il puiſſe fermer le reſte FHG de l'épi. Pour y parvenir plus aiſément, on examinera quelle eſt la plus ſolide des deux fondations F ou G, & celle qui ſe ſoutient mieux ſur l'eau ; ſuppoſant que ce ſoit celle marquée par G, on ceſſera d'y travailler pour pouſſer avec vivacité l'autre E juſqu'en H, où toutes deux doivent ſe joindre, après quoi l'on avancera la précédente à ſon tour, en la faiſant croiſer en H ſur les faſcines de l'autre FH : le reſte s'exécutera, tant pour les enracinemens A, B, E, que pour les tunes, comme il a été dit au ſujet des autres épis. Si l'un des bras étoit plus rapide ou plus profond que l'autre, comme par exemple le long de BF, il faudra retarder le côté de l'épi AG, & proportionner l'avancement de ſon travail à celui de BF. Pl. XXXVI.

1041. Pour barrer le bras, tel que A, d'un fleuve C, & en faire paſſer toute l'eau dans l'autre bras B, on établira le premier & le principal enracinement IHD le plus haut qu'il ſe pourra, comme en D, & on s'allignera de D vers X, c'eſt-à-dire, de quatre à cinq toiſes plus en avant dans l'eau que le rivage EZ auquel il doit aboutir ; on bombera un peu le parement à meſure que l'on avancera vers G, afin que le choc de l'eau qui tombera ſur cette partie & qui la fera un peu reculer, la reduiſe à une ligne droite XH. *Autre conſtruction d'épi lorſqu'on veut barrer le bras d'une riviere, pour la rejetter toute entiere dans une autre.* Fig. 50.

Il ne faut pas ſe contenter dans cette occaſion de faire à l'épi un ſimple enracinement ordinaire DH, on doit le fortifier d'un ſecond KLI, uni à l'épi par un trait circulaire KLM : on avancera enſuite de quelques toiſes vers N ; & pour ne le point expoſer à être renverſé par le choc de l'eau, on fera un nouvel enracinement PO, qui ſervira comme de contre-fort à la partie AGN ; obſervant encore d'unir ce contre-fort par une ligne circulaire PN, qui augmentera conſidérablement la force de l'épi. On fera un ſecond contre-fort RS, s'il eſt beſoin, avec les mêmes précautions, & après avoir pouſſé l'ouvrage de F en X, on fera le dernier enracinement XY. Les épis de cette nature doivent avoir une épaiſſeur conſidérable, pour réſiſter au poids & au choc de l'eau, & être conſtruits à deux paremens de même que leurs contre-forts.

1042. Pour obliger la plus grande partie d'un fleuve à ſe jet- *Uſage des*

épis de la nature des précédens, pour déterminer le cours d'un fleuve à suivre telle direction qu'on voudra. Fig. 1 & 16. Pl. XXXVI, fig. Z.

ter dans le bras C, il faut enraciner un épi EDF, & le pousser aussi avant qu'il sera nécessaire pour faire prendre à l'eau cette direction; c'est de la sorte qu'un des grands bras du Rhin, comme B, (fig. 16) près du Fort-Louis, a été réduit à vingt-cinq toises de largeur au lieu de 80 qu'il avoit auparavant. Comme cette construction tombe dans le cas de quelques-unes des précédentes, on y aura recours suivant les différentes situations. On observera de faire les enracinemens hors des dépendances des ouvrages, quand il s'en trouvera, comme dans l'endroit HH de la figure Z, & on aura la même attention pour les autres enracinemens intermédiaires O, N, en les plaçant suivant les lieux & le besoin.

Si l'on vouloit regagner un terrein BCD (figure 6) qui auroit été ruiné & emporté par les eaux, on fera un épi BD d'un coude à l'autre, construit sur une épaisseur convenable avec de bons enracinemens BA, DE; & quand il sera achevé, on remplira de terre ou de gravier le vuide qui restera. En pareil cas, il faut mettre des coussinets sous le derriere des tunes, ou faire deux paremens à l'épi.

Maniere de réparer les épis qui se trouvent endommagés par des affouillemens ou par vétusté. Fig. 11.

1043. Lorsqu'après quelques crues d'eau un épi qui a été fouillé par le pied vient à s'affaisser, & n'est plus de niveau sur la longueur de sa surface supérieure, comme AIC (ce qui arrive aussi quelquefois par l'effet de son affaissement ou par caducité); voulant le réparer, on fait des demi-tunes F, G, H, sur les anciennes I, K, B, &c, pour regagner insensiblement les irrégularités qui s'y rencontrent; on les recouvre ensuite par des tunes générales D, E, qu'on fait régner sur toute la longueur de l'épi. On doit avoir attention de charger d'abord le devant, au lieu que si l'on commençoit par charger le derriere, il pousseroit l'épi en avant & le détacheroit du terrein.

Construction des tunages qui se font pour conserver les bords d'un fleuve.

1044. Après avoir parlé de la construction des épis, il est bon de dire un mot des tunages, qui en sont les diminutifs; ils se font ordinairement sur les bords d'un eau peu profonde, & se construisent par tunes semblables à celles des épis, c'est-à-dire, composées d'un rang de fascines posées le gros bout en dehors, la tête coupée droite faisant parement suivant les allignemens, serrées près les unes des autres, & ensuite clayonnées & chargées de terre ou de gravier, comme il a été dit ci-devant: on les réitere par retraite jusqu'à un pied ou deux au-dessus des plus grandes eaux.

Pour bien exécuter ces sortes d'ouvrages, il faut choisir le

tems des plus baſſes eaux, & faire s'il ſe peut la premiere tune à ſec, & le fond d'un déblai d'environ deux pieds de profondeur ſur toute la longueur du tunage, avec une pente ſur le derriere, & des couſſinets ou ſauciſſons ſous le parement. Les autres tunes ſe conſtruiſent comme celles des épis, ſe lient & s'enracinent aux deux extrêmités de l'ouvrage, auſſi-bien que le long du terrein. S'il ſe trouve trois ou quatre pieds d'eau qu'on ne puiſſe pas diminuer ou détourner, on fera une petite fondation ſemblable à celle des épis, mais beaucoup moins épaiſſe, & le reſte s'exécutera de même. Il faut éviter les petites ſinuoſités & ſe conduire en ligne droite autant qu'on le pourra, pour donner moins de priſe à l'eau, particuliérement ſi elle eſt fort rapide; le mieux ſeroit de couper tout-à-fait les ſinuoſités quand on le peut ſans un grand travail, afin de redreſſer autant qu'il eſt poſſible le lit de la riviere. Je ſouhaiterois auſſi qu'on garnît de groſſes pierres ou de gros graviers le pied de ce tunage, dans les endroits qui reçoivent la chûte du courant, & qu'on donnât un peu de pente depuis là juſqu'au milieu du lit de la riviere.

Il y a encore une autre maniere de tunage, moins diſpendieuſe que la précédente, mais qui n'eſt point à beaucoup près auſſi ſolide; ceſt pourquoi, ſans m'y arrêter, je me contenterai de dire qu'elle conſiſte, comme le montre la figure 34, à coucher des faſcines le long du talud BD d'une digue AB, que l'on retient par des files de clayons CD.

Eſtimation des matériaux qui entrent dans la compoſition d'une toiſe cube d'épi, tel que les précédens, avec des remarques ſur la maniere de les travailler ſolidement.

1045. Pour faire une eſtimation de la dépenſe d'un épi, on ſaura qu'il entre dans une toiſe cube environ cinquante faſcines, ſoixante-quinze piquets, huit bottes de clayons, & deux pieds & demi cubes de gravier. Les épis ſe toiſent auſſi tune par tune pour plus grande préciſion, afin d'éviter l'embarras que cauſe une ſouille, un débordement ou une jettée de ſable, quand on attend qu'ils ſoient achevés pour les toiſer, à moins que tous les affaiſſemens ne ſoient pris.

Il ne reſte plus à parler que de quelques incidens qui arrivent pendant le cours de la conſtruction, qui pourroient embarraſſer ſi on n'étoit pas prévenu des moyens de les éviter, & des remedes qu'il faut y apporter quand ils ſont ſurvenus.

Quand l'épi n'eſt pas à fond & qu'il ſurvient quelques crues d'eau conſidérables, il s'enfonce quelquefois tout-à-coup, & quand il l'eſt de trois ou quatre pieds, il n'y a plus d'autre parti à prendre que de fonder de nouveau ſur le maſſif qui reſte

à découvert, parce qu'à cette profondeur il n'eſt plus poſſible de faire des tunes bien reglées. Il convient dans cettte occaſion de ſe retirer un peu en arriere du premier allignement, pour prendre quelque retraite ſur l'ancien travail; car quoique ces ſortes d'ouvrages faits à pluſieurs repriſes ne vaillent pas à beaucoup près ceux que l'on fait de ſuite, à cauſe du peu de liaiſon qu'ils prennent, cependant en leur donnant des retraites & en les chargeant bien de gravier, ils ne laiſſent pas de devenir aſſez ſolides.

Quand l'épi touche au fond ſans avoir été aſſez élevé au-deſſus de l'eau, il arrive quelquefois qu'un débordement fait paſſer un courant derriere l'ouvrage, & mine le terrein peu-à-peu, tant par les côtés que par le fond, ce qui met l'épi en danger d'être ſappé & renverſé tout-à-fait.

Pour prévenir cet inconvénient, il faut, quand l'épi eſt une fois à fond, le tenir toujours trois ou quatre pieds au-deſſus de l'eau, alors il ne courera plus le même riſque; il ne faut point trop le charger ſans le pouſſer en avant, parce que cela fatigue beaucoup l'enracinement qu'on met par-là en danger de ſe rompre. J'ai dit ailleurs ce qu'il falloit obſerver pour éviter cet accident; il n'eſt pas moins dangereux de le pouſſer trop vîte, de crainte de l'expoſer à être emporté, ou ſubmergé par quelque débordement. Il eſt de la prudence de celui qui gouverne l'ouvrage de s'informer du tems auquel ces ſortes de crues arrivent le plus communément, afin de s'y conformer, pour commencer plutôt ou plus tard. Il faut auſſi ne point diſcontinuer l'ouvrage qui eſt commencé, & tâcher de le mettre à fond quand on a à craindre le mauvais tems, en le pouſſant en avant le plus vivement qu'il eſt poſſible, obſervant cependant les regles générales qu'on vient de preſcrire.

Inconvénient à prévoir pour n'être point trop incommodé des crues d'eau, dans le cours de la conſtruction d'un épi.

1046. Quand il y a apparence de mauvais tems ſuivi de crues, on doit planter de diſtance à autre, ſur toute la longueur du parement de l'ouvrage, des piquets de repaire de ſept à huit pieds de hauteur, ſervant à montrer le premier allignement en cas que l'épi ſe ſubmerge, & à faire connoître juſqu'où il avoit été pouſſé, afin d'être guidé pour faire une nouvelle fondation s'il en eſt beſoin.

Les tunes s'enfoncent quelquefois un peu dans l'eau avant qu'on ait eu le tems de les charger de gravier; il faut en ce cas, pour éviter un plus grand ſubmergement & ne pas mettre l'épi en danger de s'enfoncer davantage, ſe contenter de remplir

plir de faſcines les intervalles des clayonnages, & refaire de nouvelles tunes par deſſus, dont la tête de chaque faſcine appuiera contre le clayonnage ; par ce moyen il ne reſtera aucun vuide, & l'épi ſe ſoutenant ſur l'eau, on continuera à l'ordinaire.

Enfin, il arrive quelquefois qu'on n'a pu charger de gravier les deux ou trois premieres tunes au-deſſus de la fondation : c'eſt un défaut eſſentiel qu'on tâchera d'éviter. Cependant quand il n'aura pas été poſſible de faire autrement, on doit y remédier auſſi-tôt que l'épi eſt à fond, en chargeant les autres tunes conſidérablement, pour ſerrer davantage celles de deſſous.

Voilà les regles principales qu'on doit ſuivre pour conſtruire les épis & leur donner la ſolidité dont ils ont beſoin ; c'eſt à quoi l'on parviendra, en joignant au diſcours précédent la recherche des rapports qu'ont entr'elles les figures que je donne, pour en faciliter l'intelligence, parce qu'enſuite un peu de pratique ſuppléera à ce que j'ai pu obmettre. Quant à pluſieurs autres moyens ſimples, connus de tout le monde, de réparer & de conſerver les bords des petites rivieres, je ne m'y arrête point, ayant encore tant de ſujets importans à traiter dans ce volume, que je ſuis dans la néceſſité de paſſer ſous ſilence ceux qui méritent moins d'attention.

CHAPITRE III.

Des écluſes propres à faciliter la navigation des rivieres.

Les ſinuoſités des rivieres en diminuent la pente, par conſéquent la viteſſe ; mais comme il ne faut pas non plus qu'elle ſoit trop grande pour la navigation, le chemin le plus court n'eſt pas toujours le plus avantageux.

1047. NOUS avons regardé juſqu'ici les trop fréquentes ſinuoſités des rivieres, comme un grand défaut, parce qu'allongeant conſidérablement le chemin d'un terme à l'autre, elles diminuent la pente qui naît de la différence de leurs niveaux, en la répandant ſur une plus longue baſe. J'entends que ſi ces deux termes étoient éloignés de mille toiſes, par le chemin le plus court, & que le terrein eût réguliérement dix pieds de pente ſur cette longueur, ſi les ſinuoſités de la riviere lui font parcourir dix mille toiſes, elle n'aura plus que la dixieme partie de la pente précédente, c'eſt-à-dire, un pied par mille toiſes ; d'où il ſuit que ſa viteſſe étant beaucoup moindre, loin d'approfondir ſon lit dans le tems des crues, elle le comblera inſenſiblement & débordera par la ſuite dans la campagne. D'autre part, ſi l'on conſidere que les rivieres qui ont beaucoup de pente n'ont que peu de profondeur d'eau, à cauſe de ſa grande viteſſe qui les empêche d'être navigables, on verra que le chemin le plus court n'eſt pas toujours le plus avantageux, & qui faut beaucoup de circonſpection pour redreſſer les tortuoſités d'une riviere, de crainte qu'en voulant éviter un inconvénient, on n'en faſſe naître un autre plus grand. On ne ſauroit donc trop faire de nivellemens, pour déterminer la viteſſe qui conviendra à une riviere qu'on veut rendre navigable, relativement à la ſection moyenne de ſes eaux, afin de la modifier de façon qu'elle produiſe une navigation commode : ce qui n'eſt pas toujours aiſé, ſur-tout quand la riviere peche par trop de pente & qu'il s'y rencontre des chûtes ou caſcades que les bateaux ne pourroient deſcendre ſans danger, & encore moins remonter.

Uſage des ſas à écluſe pour modérer la trop grande viteſſe d'une riviere, & la rendre navigable, quoiqu'elle ait des chûtes.

1048. Le ſeul parti à prendre en pareil cas eſt d'en ſoutenir les eaux, par des écluſes accompagnées de ſas, pour faciliter la montée & la deſcente des bateaux, ſans qu'ils courent aucun riſque ; c'eſt à quoi l'on eſt parvenu dans ces derniers tems d'une maniere ſi ſimple & ſi heureuſement imaginée, qu'il paroît qu'on n'a plus rien à deſirer ſur ce ſujet ; on en va juger par la deſcrip-

tion d'un de ces ſas, que je rapporte actuellement dans le ſeul deſſein de mettre le lecteur qui ne les connoît point, en état de mieux entendre ce qui nous reſte à dire ſur l'art de rendre les rivieres navigables, dans tous les cas où elles peuvent ſe trouver.

On nomme *ſas* un baſſin LM (fig. 4 & 5), placé ſur la longueur d'une riviere ou d'un canal bordé de quais, & terminé par deux écluſes L, M, ſituées à l'endroit d'une chûte Z, qu'on ſuppoſe naître de la pente du terrein, & appropriées de maniere à ſe rendre maître de la dépenſe des eaux & de la hauteur où l'on voudra les élever dans le ſas, afin que les bateaux que l'on y fera entrer, puiſſent paſſer de la partie d'amont dans celle d'aval, & réciproquement de celle-ci dans la premiere, par le jeu alternatif des écluſes, comme on le va voir. Pl. XLIV.

Je ſuppoſe que le plancher du ſas eſt d'environ un pied au-deſſus du lit BP de la riviere du côté d'aval, que par conſéquent dans les tems ordinaires les eaux ſont de niveau dedans & dehors le ſas, pour ne point fatiguer mal-à-propos les portes de l'écluſe M, qu'on peut alors laiſſer ouvertes, au lieu que celle d'en haut reſte fermée pour ſoutenir la riviere du côté d'amont à une hauteur propre à la navigation; ce qui ſe fait moyennant un déchargeoir de ſuperficie, par où s'écoule l'eau que le courant fournit continuellement, & qui vient ſe joindre par un contre-foſſé avec celle d'en bas, après avoir, ſi l'on veut, fait tourner un moulin.

Cela poſé, voulant faire paſſer un bateau de la riviere baſſe dans la haute, on l'introduit dans le ſas, après quoi l'on ferme les portes de l'écluſe M, dont les vannes N ſont alors baiſſées. Auſſi-tôt l'écluſier ouvre celle d'en-haut marquée Q, pour que l'eau que fourniront les guichets rempliſſe le ſas juſqu'au niveau de la riviere du côté d'amont. Comme cela ne peut arriver ſans que le bateau ne monte au-deſſus de la chûte Z, on ouvre auſſi-tôt les portes d'en haut pour le laiſſer paſſer. S'il s'en rencontre un autre tout prêt à deſcendre, il profite de l'occaſion pour paſſer dans le ſas: alors on ferme les portes précédentes, ainſi que les vannes Q, & on leve celle d'en bas N, pour faire deſcendre ce bateau juſqu'au niveau de la riviere d'en bas, en ouvrant les portes qui lui répondent, & les choſes rentrent dans leur premier état, pour recommencer l'une des deux manœuvres précédentes autant de fois qu'il y aura de bateaux à faire monter ou deſcendre, ſi le ſas n'en peut contenir qu'un à la fois; mais

on verra par la ſuite qu'en lui donnant plus de capacité on peut en faire paſſer pluſieurs en même tems, ſans augmenter la largeur des écluſes, qui ſe regle toujours ſur celle des plus grands bateaux que porte la riviere ou le canal.

Quand une chûte paſſe 12 à 13 pieds, il faut la diviſer en pluſieurs autres par caſcades & multiplier les ſas. Avantage de les faire plutôt accollés que ſéparés.

1049. Comme les portes d'en bas fatiguent d'autant plus de la part de l'eau qu'elles ſoutiennent, que la chûte Z ſe trouve plus haute, il eſt bon d'obſerver que lorſqu'elle paſſe douze à treize pieds on la diviſe en pluſieurs autres, ayant chacune leur ſas ſéparé ou accolé par caſcades, tels qu'on les voit repréſentés dans la vignette du commencement de ce quatrieme livre; alors les bateaux paſſent ſucceſſivement de l'un à l'autre par des manœuvres ſemblables aux précédentes. On voit donc que ſi la chûte entiere étoit de dix-ſept pieds, on feroit deux ſas contigus, dont celle de chacun ſeroit de huit pieds & demi, & que ſi cette premiere chûte étoit de vingt-ſix pieds, on en feroit trois autres de huit pieds huit pouces, quoiqu'à la rigueur on pourroit ſe contenter de n'en faire que deux, pour diminuer la dépenſe. C'eſt auſſi dans un eſprit d'économie que l'on accolle les ſas autant que cela ſe peut, plutôt que de les ſéparer, pour ne point multiplier les écluſes ſans néceſſité, étant viſible qu'il en faut quatre pour deux ſas détachés; au lieu que trois ſuffiſent quand ils ſont joints enſemble: par conſéquent, il en faudroit ſix pour trois ſas dans le premier cas, & quatre ſeulement pour le ſecond; d'où il ſuit que ſur deux ſas on gagne toujours une écluſe en les accollant. Je ne dis rien préſentement de ce qui appartient à leur conſtruction, me réſervant d'en traiter à fond en parlant des canaux de navigation.

On emploie utilement les écluſes, pour économiſer les eaux d'une riviere qui n'eſt point abondante, en faiſant deux ſas adoſſés, l'un pour les grands bateaux & l'autre pour les petits. Pl. XXXIX, fig. 35.

1050. Ce n'eſt pas ſeulement pour ménager la pente d'une riviere qu'on emploie les écluſes, on s'en ſert auſſi ſur celles qui n'ayant que peu d'eau dans le tems des ſéchereſſes, ceſſeroient d'être navigables ſi on ne l'économiſoit avec ſoin. Pour n'en dépenſer que ce qu'il faudra néceſſairement ſuivant l'eſpece de bâtimens qui ſe préſenteront, on fait deux ſas AB, CD adoſſés, l'un pour les petits bateaux & l'autre pour les grands, afin de s'en ſervir ſelon le beſoin. Si au contraire on a de l'eau en abondance & qu'on veuille faire paſſer pluſieurs bâtimens à la fois, on conſtruit un grand ſas dont nous ne rapportons qu'une moitié GHIRKLM, ayant l'écluſe E accompagnée d'un pont-levis F à double tablier, comme nous l'expliquerons plus particuliérement ailleurs.

On peut auſſi conſidérer la figure 35, comme compoſée de

deux ſas accollés, ſuppoſer une premiere chûte C, une ſeconde D, ayant chacune leurs écluſes, & prendre la troiſieme R, pour celle de la partie d'aval N; alors ſi un bateau entre dans le baſſin pour monter, on en fermera les portes R & P, afin de le remplir d'eau que l'on tirera d'en haut; enſuite on introduira ce bateau dans le ſas CD, qui paſſera de même dans la partie X, en fermant les portes P & en ouvrant les autres C, après avoir mis l'eau de ce ſas au niveau de celle d'en haut.

Uſage des ſas à doubles paires de portes pour joindre, par un canal navigable, deux rivieres dont le niveau des eaux ſeroit reſpectivement ſujet à varier. Fig. 35.

1051. Voulant appliquer la même figure à tous les exemples où elle peut ſervir, nous ſuppoſerons deux rivieres dont les eaux varient de maniere que réciproquement celle de l'une ſe trouve plus élevée que celle de l'autre, & que malgré cette difficulté on veut les joindre par un canal navigable en tout tems. Pour lui donner cet avantage, il faut, à tel endroit que l'on voudra de ſa longueur, conſtruire un ſas, dont les écluſes D, E, ayent doubles paires de portes P, Q, & R, S, afin d'avoir la liberté de mettre ſon eau de niveau avec l'une ou l'autre des rivieres, à l'aide des guichets ménagés dans les portes, & par conſéquent d'y faire entrer les bateaux de quelque part qu'ils arrivent, pour de-là paſſer d'un côté à l'autre, en exécutant les manœuvres que nous avons expliquées ci-devant, article 1048.

C'eſt ainſi qu'au fameux ſas d'Oſtende, les bâtimens paſſent du port dans le canal de Bruges, & de ce canal dans le port, à quelque hauteur que ſoient les marées. Comme c'eſt le plus beau morceau que l'Architecture Hydraulique puiſſe offrir, & d'où j'ai tiré le plus d'inſtruction dans l'examen que j'en ai fait ſur les lieux, en voici une courte deſcription.

Deſcription du ſas exécuté ſur le canal qui communique d'Oſtende à Bruges. Pl. XLVIII, fig. 7.

1052. Le grand ſas DE, capable de contenir à la fois huit navires de trois cens tonneaux, eſt fermé par les écluſes AD & LEI, chacune de trente-ſix pieds de largeur, ayant double paire de portes BC & FG, pour qu'en tout tems les bâtimens puiſſent y entrer & en ſortir; quoiqu'il ne faille pour cela qu'environ une demi-heure, on en a fait un ſecond plus petit OP deſtiné aux bâtimens d'une grandeur médiocre, ayant auſſi deux écluſes NO, PQ, de 24 pieds de largeur, munies de même de doubles portes. Au ſurplus il y a encore un troiſieme paſſage avec une écluſe ST de 20 pieds de largeur, ſervant pour la décharge des eaux du pays, lequel eſt garanti des irruptions de la mer par les doubles portes T, R, à quoi ſervent auſſi celles d'aval C, G, O, Q, des deux ſas, afin que ſi les premieres venoient à manquer, les ſecondes puiſſent y ſuppléer, & que dans le tems des grandes

marées, qui montent jusqu'à vingt-pieds de hauteur, ces portes puissent se soulager réciproquement.

Par cette disposition, le grand sas n'a rien de commun avec les deux petits passages NQ, SV, dont il est séparé par une digue de terre WK qu'on a laissée à la tête du canal, pour donner lieu à deux embouchures différentes.

J'ajouterai que les portes B, C, F, G, N, O, n'ayant point de guichet, on a pratiqué dans les bajoyers des aqueducs ou pertuis H fermés par des vannes, afin de vuider ou remplir le grand & le petit sas; qu'on a ménagé des rampes I pour descendre sur les radiers, lorsqu'on les met à sec pour quelques réparations; & que la muraille IZ, qui répond à la côte, sert à empêcher que la mer n'ensable l'embouchure du canal, qu'on entretient en bon état, moyennant les chasses d'eau que fournit l'écluse SV.

Tout ce grand travail, vraiment digne d'admiration, est protégé par le fort Philippe; fortereſſe à quatre bastions située près du petit sas NQ. La garnison de ce fort, de même que plusieurs maisons qui sont le long du grand sas, tirent l'eau qui leur est nécessaire d'une vaste citerne M pratiquée dans la maîtresse pile KL.

Usage d'une petite écluse pour faire gonfler les eaux d'une riviere, qui n'auroit point en quelqu'endroit assez de profondeur. Cette sorte d'écluse passe pour la plus ancienne dont on ait fait usage.

1053. Comme il peut arriver que le fond d'une partie de la riviere qu'on veut rendre navigable se trouve un banc de roc d'une trop grande étendue pour entreprendre de l'enlever jusqu'à une profondeur suffisante, à moins d'une excessive dépense, il faut alors sonder le terrein à portée de-là, pour voir si l'on ne peut point à peu de frais éluder ce banc en détournant la riviere. Si cet expédient ne pouvoit avoir lieu, à cause qu'elle sera peut-être bordée de montagnes qui offriroient un travail plus grand que le premier, on examinera quelle en est la pente, afin de voir si à l'aide d'une écluse on pourra faire gonfler ses eaux suffisamment pour faire passer les bateaux au-dessus de l'endroit critique; mais il faut que cette écluse soit construite de façon que la chûte qu'elle fera naître, ne devienne pas un obstacle à la navigation; c'est à quoi l'on parviendra en la faisant dans le goût de celle qu'on voit représentée par les figures 23, 24 & 25 de la planche XXXVIII, dont voici l'explication.

Supposant que le terrein sur lequel cette écluse doit être établie se trouve d'assez bonne qualité pour n'avoir pas besoin d'être piloté, on se contentera d'asseoir la fondation de son radier BC & de ses bajoyers X sur un grillage, & l'on élevera le reste comme à l'ordinaire: à quoi je ne m'arrête point, étant

principalement queſtion de ſa fermeture qui n'a rien de commun avec celles qu'on a vu dans le volume précédent.

Cette écluſe, qu'on ſuppoſe de ſeize ou dix-huit pieds de largeur, ſe ferme moyennant une baſcule F H nommée *fléau ;* chargée d'un contre-poids O à ſon extrêmité F; cette piece tourne ſur un pivot G, & avec elle trois poteaux pendans K, liés enſemble par une barre de fer qui les traverſe un peu au-deſſus du ſeuil V ſervant à les appuyer, de même que deux autres poteaux R enclavés de quelques pouces dans les bajoyers X, placés à la même fin que les précédens ; c'eſt pourquoi ils ſont tous cinq d'allignement, laiſſant entr'eux des intervalles égaux, ainſi il n'y a que les trois du milieu qui accompagnent le fleau, quand on le fait tourner pour ouvrir ou fermer l'écluſe. Pl. XXXVIII, fig. 23, 24 & 25.

Dans le premier cas, ils ſe rangent contre le bajoyer gauche pour laiſſer paſſer les bateaux ; dans le ſecond, on place le fléau comme il eſt repréſenté dans la fig. 24, où ſon extrêmité appuie contre une borne I qu'on ne diſtingue que ſur le plan. Alors l'écluſier paſſe ſur cette piece pour ſe rendre ſur le bajoyer droit où ſe trouve un ſecond fléau LM portant une planche fort large qui ſert de pont, accompagnée d'un petit garde-fou NPN attaché à la même piece, le tout tournant librement ſur le pivot Q, afin de pouvoir placer ce pont dans la ſituation que repréſente la figure 23. Le même écluſier prend un nombre de vantelles ou planchettes d'environ dix pouces de largeur chacune, attachées à une perche ou aiguille pour les introduire les unes ſur les autres dans les couliſſes des poteaux K & R du côté oppoſé au courant, afin de fermer les intervalles S & de faire gonfler les eaux à la hauteur que l'on veut, en employant plus ou moins de ces planchettes, dont les aiguilles T ſont attachées de maniere qu'elles ne puiſſent point ſe nuire.

Lorſque les bateaux qui deſcendent la riviere pour paſſer l'endroit critique ſont parvenus près de l'écluſe, on ſupprime ces planchettes, ſans rencontrer de difficulté de la part du frottement que cauſe la pouſſée de l'eau que chacune ſoutient & qui eſt toujours la même : alors la riviere s'étant miſe à-peu-près de niveau ſur la longueur du radier, on tourne facilement le fléau FH, parce qu'il n'y a que les bouts des trois poteaux K qui trempent dans l'eau. Quant aux bateaux qui veulent remonter la riviere & qu'on ſuppoſe avoir paſſé l'écluſe, on ſent bien que dès qu'on l'a refermée en répétant la manœuvre pré-

précédente, l'eau qui ſe gonfle de nouveau facilite la continuation de leur trajet.

On prétend que cette maniere d'écluſe eſt fort ancienne, & que c'eſt la premiere dont on a fait uſage pour ménager la pente des rivieres & des canaux, long-tems avant l'invention des ſas à porte buſquée, imaginés ſeulement dans le ſeizieme ſiecle. Quoi qu'il en ſoit, il y a un nombre d'occaſions où cette écluſe peut-être employée fort utilement, comme pour modérer la rapidité de quelques endroits d'une riviere où elle auroit trop de pente pour une navigation aiſée, ou pour former des inondations deſtinées à la défenſe des places : ſans parler de l'arroſage d'un pays aride. C'eſt pour quelques-unes de ces fins qu'on en a conſtruit de ſemblables ſur la Lys, proche le fort St. François d'Aire en Artois, & au ſas du Queſnoy, à deux lieues de Lille.

Quels ſont les cas où l'on peut faire des écluſes toutes en charpente.

1054. Il y a encore pluſieurs manieres de faire gonfler les eaux d'une petite riviere, telles que celles dont nous avons fait mention, articles 576 & 580, ſans parler des autres, décrites dans le traité de *Leonard Sturm*, auteur Allemand; mais n'ayant point trouvé ſes figures aſſez exactes ni aſſez utiles pour les rapporter, il m'a paru plus convenable de leur préférer une écluſe toute conſtruite en charpente, propre à mieux remplir le même objet. D'ailleurs elle donnera occaſion de fournir des idées ſur la maniere d'employer les bois, lorſque dans un pays où ils ſont communs, on eſt privé de bons matériaux pour faire des écluſes en maçonnerie; circonſtance dont il convenoit de parler, afin de ne rien laiſſer à deſirer ſur un ſujet qui intéreſſe autant le bien de la ſociété. Ne peut-il point arriver auſſi qu'une magnifique forêt reſte ſans valeur, faute de pouvoir en tranſporter les bois dans les provinces voiſines, tandis que pour les faire flotter on pourra peut-être rendre navigable une petite riviere qui ne le ſeroit pas, ou raſſembler dans un canal creuſé exprès les eaux de pluſieurs ſources voiſines, pour donner lieu à une navigation qui ne peut que devenir avantageuſe au pays d'alentour ? Il ſuffira alors d'être à portée d'avoir de la glaiſe en abondance, parce que la même forêt fournira les bois néceſſaires à la conſtruction des écluſes, ponts, aqueducs, &c, & il ne ſera plus queſtion que des ferrures néceſſaires à la liaiſon des bois : article ſur lequel on peut répandre une très-grande économie quand on ſaura les employer avec art, en quoi il m'a paru que les charpentiers d'Allemagne excelloient ſur ceux

de

de toutes les nations, ayant la méthode de les unir d'une maniere indiſſolube ſans employer de ferrure.

L'inconvénient des écluſes de charpente eſt qu'elles ne ſont point de longue durée, ſur-tout de la part des bajoyers, qui ne paſſent guere trente ans ; mais il y a des cas où ce défaut peut devenir indifférent, comme dans celui où il ſeroit queſtion d'un canal qui ne devroit ſubſiſter que pendant un certain tems, pour le tranſport des matériaux deſtinés à fortifier une ville, ou à élever quelque monument conſidérable. Si après cela il peut devenir d'une utilité perpétuelle, il fournira le moyen de renouveller en bonne maçonnerie tous les ouvrages de charpente qui n'auroient été faits que proviſionnellement.

Les écluſes de charpente peuvent être employées fort utilement pour la défenſe des places.

1055. J'ajouterai encore qu'il peut ſe rencontrer des circonſtances où l'on ſeroit preſſé de mettre une place en état de défenſe, moyennant le parti avantageux que l'on peut tirer d'une riviere pour former des inondations : en ce cas, ſi l'on n'a point le tems ni les commodités de faire des écluſes en maçonnerie, il ſuffira d'en conſtruire de charpente qui rempliront également le même objet. On pourroit par précaution tenir en réſerve tous les bois façonnés & prêts à être mis en œuvre, auſſi bien que les ferrures : alors ce ſera l'affaire de peu de jours de rendre inacceſſible une place qu'on a lieu de ſoupçonner que l'ennemi auroit en vue ; & comme, en qualité de bon citoyen, j'ai mes idées en écrivant ceci, il y a lieu de croire qu'elles ſeront pénétrées par ceux que leur zele pour le bien de l'état mettront à portée d'en faire un bon uſage.

Pour revenir à l'écluſe dont il s'agit & qu'on voit rapportée ſur la planche XL, elle ſe ferme avec des poutrelles (article 913), comme on en jugera par la figure premiere que je vais expliquer ici ; car n'ayant point encore fait mention d'écluſes dans le goût de celle-ci, je ne m'en tiendrai pas à une ſimple deſcription, & je vais détailler ſon établiſſement de maniere à ſatisfaire ceux qui ſeront dans le cas d'en conſtruire de la ſorte.

Deſcription d'une écluſe de charpente, en commençant par l'établiſſement de ſa fondation.

1056. Le déblai des terres étant fait ſur une étendue ſuffiſante pour pouvoir travailler aiſément à trois pieds de profondeur au-deſſous du fond de la riviere, on tracera l'écluſe dont le plan eſt repréſenté par la figure troiſieme, qu'on a diviſée en deux parties égales. La premiere exprime la poſition des pilots L plantés par échiquier, à deux pieds & demi d'intervalle ; la ſeconde, les traverſines dont les mêmes pilots ſont coëffés, & les files 6

(Pl. XL, fig. 1, 3, 5 & 5.

de palplanches redoublées plein ſur joint, enfoncées aux extrémités de l'écluſe & aux angles des embranchemens. Ces pilots doivent avoir dix ſur dix pouces de groſſeur, d'une longueur proportionnée à la nature du terrein, être battus à refus d'un fort mouton, & tous récépés au même niveau à deux pieds & demi au-deſſus du fond; enſuite on régalera ce même fond pour y étendre un lit de bonne terre graſſe Æ de deux pieds d'épaiſſeur, bien battue ſur toute l'étendue de la capacité que doit occuper l'écluſe.

La tête des pilots ayant été taillée à tenon pour s'encaſtrer avec les traverſines, on les poſera à plat de maniere qu'elles ſoient enfoncées d'un ou deux pouces dans la terre graſſe, pour qu'il ne reſte point de vuide au-deſſous ni dans leurs intervalles, qu'on remplira entiérement de la même terre bien arraſée, pour recevoir le premier plancher du radier. On encaſtrera avec les traverſines deux cours de longrines, pour ſervir de baſe au parement des bajoyers ABCD & EFGH de l'écluſe, dont le paſſage eſt ſuppoſé de douze pieds de largeur, mais que l'on augmentera ſelon l'importance de la navigation.

Conſtruction des bajoyers de la même écluſe. Pl. XL.

1057. On formera des bajoyers avec des montans V encaſtrés ſur les longrines précédentes, à deux pieds & demi d'intervalle au-deſſus des pilots correſpondans, obſervant que la plus forte dimenſion de ces poteaux faſſe parement. Pour les lier enſemble ils ſeront couronnés d'une liſſe, ou chaperon T, aſſemblée à tenon & mortoiſe. A deux pieds au-deſſous de cette piece, qu'on ſuppoſe bien de niveau, on attachera une ventriere RS, (fig. 6.) entaillée de trois pouces dans chacun des montans. A vingt pieds derriere les bajoyers, on poſera un dormant ſervant à porter la queue des clefs M, Q, dont la tête ſera encaſtrée dans les ventrieres, & la queue entaillée de trois pouces ſur les dormans. Pour ſoulager la longueur des mêmes clefs, chacune ſera ſoutenue d'un pilot de ſupport lié à tenon & mortoiſe, & poſée à huit pouces du parement des bajoyers; comme il faut maintenir ces clefs & les dormans dans la même poſition, on les aſſurera par deux pilots P plantés de la maniere qu'on le voit marqué aux figures 1 & 5.

A l'égard des deux maîtres poteaux Y (fig. 1) de 20 pieds de hauteur, qui doivent ſervir d'appui aux poutrelles X pour la fermeture de l'écluſe, on les mettra en œuvre avec toute la ſolidité poſſible, vu leur importance; c'eſt pourquoi les longrines porteront en cet endroit ſur la travée IK, (figure 1 & 3) qui eſt

plus longue que les autres, afin de pouvoir les fortifier par des arc-boutans N & des clefs M. A ces poteaux doivent être attachés deux tambours Z, accompagnés chacun d'une manivelle & d'une roue dentée avec ſon crochet à reſſort, pour ſervir à poſer & à retirer les poutrelles, moyennant les chaînes qui fileront ſur ces tambours.

Toute la groſſe charpente étant finie, on poſera le premier plancher de bois de chêne, comme il a été expliqué, art. 296; & après l'avoir bien calfaté, brayé & goudronné, on le redoublera plein ſur joint d'un ſecond plancher de ſapin rouge, conformément au même article, pour compoſer un bon radier.

Les côtés intérieurs des montans des bajoyers ſeront revêtus de planches de chêne G, (figure 6) les joints calfatés & enſuite recouverts de tringles. A l'appui de ce bordage, on fera un conroi Æ de quatre pieds d'épaiſſeur, de bonne terre graſſe battue & bien liée avec celle de la fondation: le reſte du remblai ſe fera de terre commune. Le parement extérieur des mêmes bajoyers ſera compoſé de pareil bordage, calfaté, brayé & goudronné, attaché ſur les montans, dont les intervalles ſeront remplis de terre graſſe bien battue. A l'égard des ailes & de l'avant-radier, je n'en dis rien, non plus que du pont qu'il conviendra faire ſur cette écluſe, laiſſant ces choſes à la diſcrétion de ceux qui auront la conduite de l'ouvrage, qui pourront conſulter à ce ſujet les articles 322 & 362.

Dimenſion des bois & ferrures employés à la même écluſe.

1058. Pour la charpente précédente, les pilots auront dix à douze pieds de longueur, ſelon la nature du terrein, & dix pouces d'équarriſſage; les palplanches, huit à neuf pieds de longueur ſur cinq pouces d'épaiſſeur; les traverſines, dix ſur douze pouces de groſſeur; les longrines, treize ſur quinze; les montans des bajoyers, onze à douze pieds de hauteur, ſur dix à douze pouces d'équarriſſage, excepté les deux de vingt pieds de hauteur, dont la groſſeur doit être de douze ſur quatorze pouces; les ventrieres & les clefs auront dix ſur douze pouces d'équarriſſage, & leurs pilots neuf ſur neuf; les liſſes ou chaperons des bajoyers, dix ſur quatorze pouces; les bordages pour le premier plancher du radier & le revêtement intérieur & extérieur des bajoyers, auront deux pouces d'épaiſſeur, & ceux du ſecond plancher un pouce & demi ſeulement; enfin les poutrelles de ſapin deſtinées à la fermeture de l'écluſe, auront huit ſur dix pouces d'équarriſſage & ſeront bien paſſées au rabot.

J'ajouterai, 1°. que tous les tenons doivent être arrêtés dans leur mortoiſes, avec des goujons de fer aux endroits qui ſeront hors de l'eau, & par de bonnes chevilles de chêne, lorſque les mêmes tenons ſeront emmortoiſés ſous l'eau. 2°. Que les longrines ſous les montans des bajoyers ſeront liées aux traverſines avec des chevilles ébarbées d'environ dix pouces de longueur & d'un pouce en quarré. 3°. Que la queue de chaque clef ſera arrêtée ſur les dormans avec de pareilles chevilles, auſſi bien que leur tête ſur les ventrieres, & plus encore en y employant des ancres du poids d'environ quarante livres; on exécutera ce travail comme il eſt amplement détaillé aux articles 362, 363 & ſuivans.

On peut ſe ſervir d'une vanne, au lieu de poutrelles pour fermer cette écluſe. Remarque à cette occaſion. Pl. XL, fig. 2 & 4.

1059. Il eſt à remarquer que ſi au lieu de fermer cette écluſe avec des poutrelles, on trouvoit qu'il fût plus commode de ſe ſervir d'une vanne CD mue avec des roues à hériſſon, comme on le voit marqué en face & en profil par les figures 2 & 7, on pourra lui donner la préférence, principalement quand elle n'aura que cinq ou ſix pieds de hauteur d'eau à ſoutenir, parce que la manœuvre en ſera plus prompte & au moins auſſi aiſée.

Ayant voulu mettre à profit une place qui reſtoit vacante ſur la planche qui nous fixe préſentement, je l'ai occupée par la figure 4, qui repréſente une autre maniere d'élever une vanne, que je ſuppoſe répondre à un aqueduc qui paſſeroit ſous la digue d'une riviere, pour en dériver des eaux deſtinées à l'arroſage des campagnes voiſines. Comme il ne conviendroit point que le jeu de cette vanne fût au pouvoir du public, il faut, afin de prévenir tout inconvénient, qu'il n'y ait que les perſonnes prépoſées pour en faire uſage, qui puiſſent la lever; c'eſt ce qui arrivera ſi on la ſuſpend à une vis, dont l'écrou EF ſerve de noyau à une roue horiſontale AB, hériſſée de poignées pour la faire tourner ſur la lunette CD, placée à la hauteur de quatre pieds & demi au-deſſus du rez-de-chauſſée de la digue; alors quand on voudra maintenir cette vanne baiſſée, on en ſéparera la roue pour la mettre en dépôt, afin de ne s'en ſervir qu'au beſoin.

Conſtruction d'un aqueduc ou buſe de charpente pratiquée à travers une digue, pour former des inondations, ou deſſé-

1060. Tandis que nous parlons de la maniere d'employer la charpente pour diriger les eaux, voici la deſcription d'une buſe ou eſpece d'aqueduc, pratiquée au travers d'une digue, ſoit pour former des inondations, deſſécher un pays aquatique, ou en arroſer un aride. Comme il a fallu deſſiner cette buſe ſur une échelle d'une raiſonnable grandeur, afin d'en mieux diſtinguer les parties, on n'a pu la rapporter entiere ſur la planche XLI,

mais elle n'en ſera pas moins intelligible, dès qu'on ſera prévenu que l'entrée des eaux, qu'on ſuppoſe à gauche, doit être ſemblable en tout à ce qui répond à leur ſortie.

cher un pays aquatique. Pl. XLII, fig. 2.

La profondeur des déblais ayant été réglée ſur la hauteur qu'il conviendra de donner à la ſurface AB du radier, on plantera parallelement, à quatre pieds de diſtance, deux rangées de pilots D de huit pouces d'équarriſſage, eſpacés de trois pieds ſur toute la longueur que doit occuper cette buſe; chacune de ces rangées ſera coëffée d'un cours de longrines Z de huit ſur neuf pouces. Après avoir enfoncé à l'entrée & à la ſortie des eaux, trois files de palplanches G attachées aux ventrieres AB, de dix ſur dix pouces d'équarriſſage, on étendra ſur le fond un lit de bonne terre graſſe T de deux pieds & demi d'épaiſſeur ſur dix de largeur, ſervant de fondation au radier & au conroi qui doit envelopper cette buſe.

Au-deſſus des pilots on encaſtrera avec les longrines précédentes, des traverſines E de huit pieds de longueur ſur huit à neuf pouces d'équarriſſage; dans leurs intervalles on poſera un plancher AD de deux pouces d'épaiſſeur, cloué ſur les longrines, le deſſous bien garni de terre graſſe. Ce plancher ſera recouvert de la même terre pour remplir les intervalles des traverſines juſqu'à leur arraſement, à moins qu'on n'aime mieux ſe ſervir de briques miſes en œuvre avec du mortier de ciment: enſuite on établira le ſecond plancher V de même épaiſſeur que le précédent.

Pour former les côtés de la buſe, on encaſtrera ſur les traverſines des poteaux K de huit ſur neuf pouces, élevés de ſept pieds au-deſſus du radier V. Ces poteaux ſeront liés par des entretoiſes L de ſept ſur huit pouces, ſervant à ſoutenir le plafond Æ, enclavé par les chapeaux F qu'enfilent les tenons pratiqués aux extrêmités, ainſi que le montrent les figures 1 & 2. On attachera le bordage extérieur M ſur les mêmes poteaux, dont on remplira les intervalles de terre graſſe, ou de maçonnerie de briques, ſi l'on a pris ce parti pour le radier; après quoi l'on revêtira le tout par le bordage intérieur N de deux pouces d'épaiſſeur, comme le précédent, l'un & l'autre travaillés avec la même attention qu'il eſt dit dans l'article 366.

Tout ce qui appartient à la charpente étant fini, on élevera ſur l'épaiſſeur de deux pieds, les conrois S qu'on réunira par le couronnement R poſé ſur le plafond, afin que la buſe ſoit toute enveloppée, comme le montre la figure 4. Elle repréſente un

Pl. XLI, fig. 4. profil coupé à l'endroit CD du plan, où doit être logée la vanne, dont on n'a marqué que la moitié O ſuſpendue à la cramilliere P, répondant à un cric appliqué contre le chapeau Y des deux grands montans, auxquels eſt attachée la plate-forme Q où ſe place l'écluſier pour manœuvrer.

Je paſſe ſous ſilence ce qui appartient aux avant-radiers X, qu'il faut adoſſer aux palplanches HI, qui terminent les extrêmités de la buſe, ce travail devant être fait comme il eſt expliqué à l'article 322. Je ſupprime auſſi nombre de détails que les figures feront aſſez ſentir, ſi l'on en recherche les parties relativement aux lettres ſemblables ; j'ajouterai ſeulement que la buſe étant dans ſa perfection, on réparera la breche qu'on ſuppoſe avoir été faite à ſon occaſion, & que cette réparation doit être exécutée avec beaucoup de ſoin, de même que tout ce que nous venons de dire, afin que l'eau ſoutenue par la digue ne puiſſe pas la pénétrer, & n'ait point d'autre paſſage que par la buſe, dont la largeur ſe trouve réduite à trois pieds & demi ſur cinq de hauteur, qui donnent dix-ſept pieds & demi de ſuperficie.

Lorſque les moulins placés ſur des petites rivieres empêchent qu'elles ne ſoient navigables, il faut, pour éluder ces moulins, les contourner par un canal de dérivation accompagné de ſas avec écluſes.

1061. Pour continuer ce qui nous reſte à dire au ſujet des petites rivieres, on fera attention qu'il eſt aſſez ordinaire de les voir ſoutenues par des écluſes à vannes, afin de donner lieu à des moulins qui empêchent alors ces rivieres d'être navigables, au grand préjudice du pays, qui ne peut en profiter pour le tranſport de ſes denrées dans les provinces voiſines. Pour remédier à cet inconvénient, il y a trois partis à prendre, ſelon les circonſtances qui peuvent ſe rencontrer ; le premir eſt de ſupprimer ces moulins & d'en établir d'autres à vent, au cas que le pays en ſoit ſuſceptible, & que la dépenſe qu'exigera ce changement, jointe à celle qu'il faudra faire d'ailleurs pour approprier cette riviere à la navigation, ſoit beaucoup inférieure aux bénéfices qui en réſulteront.

Le ſecond eſt de voir ſi en laiſſant ſubſiſter les moulins, les eaux de la même riviere ſont aſſez abondantes pour fournir à leur dépenſe & à celle des écluſes d'un canal creuſé près de là, ou ſeulement des branches de dérivation qui contourneroient chaque moulin, & même deux à la fois s'ils ſont près l'un de l'autre, afin de les éluder moyennant un ſas, pour que les bateaux puiſſent monter & deſcendre les chûtes qui ſe rencontreront.

C'eſt ainſi qu'on en a uſé ſur pluſieurs petites rivieres du Lan-

guedoc, par exemple à celle de Liz proche Montpellier, qui tombe à deux lieues de cette ville dans le canal des étangs, qu'on fait faire partie de celui de la jonction des deux mers. Comme dans cet intervalle la riviere s'eſt trouvée barrée par une digue qui donne lieu à une chûte de ſix pieds, de faire tourner un moulin qu'on avoit intérêt de conſerver, en même tems qu'on vouloit la rendre navigable, on a fait près de ce moulin un bout de canal en forme de croiſſant, par lequel les bateaux paſſent d'un côté de la digue à l'autre, à l'aide des écluſes & d'un ſas, qui facilitent aux bateaux le moyen de paſſer au port de Cette.

Lorſque voulant rendre une petite riviere navigable, on n'a point la liberté de diſtraire une partie des eaux qui font tourner les moulins, on peut à l'endroit des chûtes faire des ponts roulans.

1062. Si pour le troiſieme cas il arivoit que les moulins fuſſent d'une trop grande conſéquence pour permettre qu'ils ſouffriſſent la moindre diſtraction de leurs eaux, même en indemniſant les propriétaires du tort que la navigation projettée pourroit leur cauſer, il faut alors avoir recours aux ponts-roulans, pour faire monter & deſcendre à ſec les bateaux ſur des plans inclinés, aux endroits où il ſe rencontrera des chûtes; ſeul moyen qu'avoient les anciens lorſqu'il s'agiſſoit de faire paſſer les bateaux d'un canal dans un autre plus élevé ou plus bas, comme le pratiquent encore ajourd'hui les Chinois, qui, malgré toute l'induſtrie qu'on leur attribue peut-être trop libéralement, ignorent l'uſage des écluſes. Ce n'eſt pas que ces ponts ne ſervent encore en Flandre & même en Hollande, mais ſeulement dans les endroits où la navigation n'eſt point aſſez conſidérable pour mériter la dépenſe des écluſes.

Les figures 4 & 5 de la planche XLII, repréſentent deux de ces ponts, que l'on a nommés roulans, parce que pour ſoulager le frottement, les bateaux gliſſent ſur des rouleaux à tourillons: le premier marqué AB eſt ſitué à côté d'une grande roue R faiſant mouvoir les parties O, P, Q, d'un moulin à ſcier, & qui peut auſſi faire monter ou deſcendre le bateau L, par le mouvement que cette roue communique, quand on le veut, à la machine SFGM, ſervant à dérouler ou à filer la corde CKH du treuil que ſoutient le chaſſis DIE. Pl. XLII, fig. 4 & 5.

A l'égard de l'autre pont, où il paroît qu'un bateau M monte de C en B, & un autre deſcend de B en A, on voit que le premier ſe meut en faiſant tourner les rouleaux, moyennant des leviers L que l'on abat à l'aide des points d'appui N, des cabeſtans G, I, & de quelques poulies de retour H. Lorſque ce bateau eſt parvenu au ſommet du pont, deux hommes placés

en K ſuffiſent pour le faire deſcendre avec le ſecours des cordes répondant aux poulies de retour D, E, F. Comme tout ce qui appartient à la méchanique de ces ſortes de ponts me meneroit trop loin ſi je m'y arrêtois davantage, je paſſe à l'explication des autres figures compriſes ſur la même planche.

Deſcription de quelques machines pour approfondir les rivieres & les canaux. Pl. XLII, fig. 1 & 3.

1063. La ſeule rapidité de l'eau ne ſuffiſant pas toujours pour approfondir le lit des fleuves, quand ils ſe trouvent de trop dure conſiſtance, il faut avoir recours à des machines pour aider le courant. La plus ſimple de ces machines eſt une eſpece de charrue (figure 1) compoſée d'un train BC, monté ſur deux roues miſes en mouvement par des chevaux qui traînent une piece de bois A ferrée par le bout d'en bas, qu'un homme dirige quand les eaux ſont fort baſſes, pour l'obliger de creuſer des ſillons dont la terre eſt enſuite entraînée à la premiere crue. On ſe ſert auſſi d'un grand & fort rateau AD (figure 3) répondant à un train CE que deux chevaux tirent, auſſi bien que la chaloupe où eſt placé celui qui dirige le manche FB de cette machine, dans les endroits où il ne peut manœuvrer à ſec.

On peut encore faire uſage d'une maniere de timpan A (fig. 6 & 7) compoſé de pluſieurs roues de bois ayant cinq ou ſix pieds de diametre, & dont la circonférence eſt garnie de grandes pointes de fer recourbées. Ces roues ſont attachées à un eſſieu commun BC, dont les extrêmités ſont accompagnées de tourillons qu'enfilent des boîtes de fer répondant aux cordes BD, CE, attachées à un bateau que deux hommes font marcher moyennant les rames F & le gouvernail I; ce qui ne peut arriver, ſans que le timpan ne creuſe, en tournant, autant de ſillons qu'il y a de roues.

Fig. 6, 7 & 8.

On ſe ſervira auſſi de la même machine en attachant les cordes du timpan H (fig. 8) au treuil d'un cabeſtan G, ſitué ſur une barque retenue à l'ancre; alors deux hommes feront remonter ce timpan contre le courant, ſur la longueur de dix à douze toiſes; & lorſqu'il ſera arrivé près de la barque, la ſeule force de l'eau pourra ſuffire pour l'entraîner, moyennant des aubes à charniere attachées aux raies des roues, comme on en voit un exemple dans l'article 673 de la premiere partie de cet ouvrage.

On trouve dans le petit *traité de la maniere de rendre les rivieres navigables*, d'où j'ai tiré une partie des figures de cette planche, une autre eſpece de machine pour le même objet, que nous avons rapportée par la ſeconde figure; elle ſe réduit à une barque

barque percée dans le fond d'un trou circulaire, répondant à un tambour C, pour empêcher l'eau d'entrer dans la barque ; ce trou ſert à introduire une tarriere faite exprès pour fouiller un terrein dur qu'on enleve moyennant un raiſeau I attaché à la branche K, que deux hommes appliqués à un levier E font tourner. Comme ils agiſſent ſur une plate-forme mobile G, on la fixe à la hauteur que l'on veut, à l'aide des poteaux BD qu'on hauſſe & baiſſe en faiſant tourner les lanternes A qui s'engrainent avec les cramilieres dont les mêmes poteaux ſont garnis. Quand le raiſeau eſt plein de matiere, on le vuide dans une autre barque qui accompagne la machine ; & lorſque l'on a formé ſur un certain eſpace un grand nombre de trous X creuſés près à près, on acheve de raſer ce qui reſte de terrein, en y faiſant paſſer le rateau ou le timpan dont nous venons de parler. Si aux endroits que l'on veut percer il ne ſe rencontre que fort peu d'eau aux tems des ſéchereſſes, & que deux hommes y puiſſent travailler comme on le voit marqué en L, pouvant ſe paſſer du bateau, la manœuvre en eſt plus ſimple & par conſéquent plus expéditive. Pl. XLII ; fig. 2.

1064. L'embouchure des rivieres eſt ordinairement l'endroit de leur lit le moins profond, parce que l'eau y coule ſi foiblement, à cauſe de ſon peu de pente, que n'ayant plus aſſez de force pour ſe frayer un paſſage direct, elle s'étend en largeur & releve de plus en plus le terrein qu'elle inonde, en dépoſant le limon dont elle eſt chargée. De-là naiſſent les bancs & les barres que l'on voit s'y former & que la mer fortifie ſans ceſſe par les ſables qu'elle rapporte ; de ſorte qu'à la longue l'embouchure diviſée en un grand nombre de rameaux, n'a plus de profondeur pratiquable pour la navigation. Le ſeul remede eſt de creuſer un nouveau lit reſſerré par des digues ou jettées, comme on a fait à la barre de Bayonne & pour la riviere d'Aa (articles 483 & 757), que l'on garantira moyennant des épis placés de diſtance en diſtance (article 1020) ; alors les eaux réunies dans un lit plus étroit, pourront le creuſer avec d'autant plus de facilité que les dépôts qui répondent au rivage, ne ſont ordinairement compoſés que de ſable & de limon. Cependant ſi le lit avoit trop de ténacité, on pourroit ſe ſervir des machines précédentes, & en cas de néceſſité de celles qu'on trouve décrites dans l'article 806 & les ſuivans ; le point eſſentiel eſt de bien orienter la nouvelle embouchure, & de la faire répondre à l'endroit de la côte qui peut la mettre à couvert des vents & des

Défaut ordinaire de l'embouchure des fleuves. Moyens de les rendre navigables.

marées qui occaſionneroient des enſablemens, de crainte qu'elle n'ait par la ſuite le même ſort que l'ancienne. Comme les exemples ſont plus propres que de grands raiſonnemens pour inſtruire, je vais rapporter ce qu'il conviendroit de faire au Rhône, afin de remédier au défaut de ſon embouchure, dont j'ai déjà fait mention dans les articles depuis 707 juſqu'en 710, qu'on feroit bien de relire de nouveau pour les marier avec ce qui ſuit.

Exemple inſtructif tiré d'un projet de canal pour remédier au défaut de l'embouchure du Rhône.

1065. Le Rhône, nourri par les eaux qui viennent des montagnes, charrie une quantité de limon qui étant repouſſé par la mer ſe dépoſe à ſon embouchure, dont l'entrée & la ſortie ont toujours été des plus périlleuſes. Cependant la néceſſité d'y remédier étant devenue toujours plus preſſante, M. le maréchal de Vauban reçut ſur la fin du dernier ſiecle un ordre de Louis le Grand de ſe rendre en Provence, pour examiner ce qu'il y auroit de mieux à faire. Après avoir reconnu le cours du Rhône depuis *Taraſcon* juſqu'à la mer, il décida qu'en partant de cette ville ou de celle d'*Arles*, il falloit faire un canal de navigation le long de la rive gauche de ce fleuve, en profitant des *robines* qui ſervent à l'écoulement des eaux du pays, & le faire aboutir au port de *Bouc*, & non pas directement à la mer, par l'étang du *Landre* & du *Galajon*, parce que les vents du nord & du ſud-oueſt, qui regnent ordinairement ſur cette côte, ne manqueroient pas de retarder pendant long-tems l'entrée & la ſortie des bâtimens. Que d'ailleurs il ſe formeroit à cette nouvelle embouchure des attériſſemens auſſi préjudiciables qu'à l'ancienne. Ce projet renouvellé depuis quelques années par M. le maréchal, duc de Belle-iſle, eſt le ſeul dont l'exécution puiſſe rendre l'embouchure du Rhône exempte des malheurs qu'on y éprouve. Ceux qui connoiſſent le local, par une longue ſuite de remarques, ſoutiennent que quelque dépenſe que l'on faſſe au canal de l'Aune, on ne parviendra jamais à le rendre conſtamment meilleur, & que les remedes ne ſeront que de peu de durée, comme il a paru juſqu'ici, parce que la cauſe du mal ne pouvant être détruite, les accidens qui s'enſuivent iront toujours en croiſſant. En effet, comme on ne peut empêcher que le Rhône ne charrie du ſable qui ſe dépoſe à ſon embouchure, & que la mer, pouſſée par les vents du large, n'en ajoute elle-même à ceux-ci, on aura beau faire de nouvelles jettées, il ne s'en formera pas moins des dépôts. Il eſt vrai que les eaux douces encaiſſées vers l'embouchure, ſe gonfleront, faute de pouvoir s'étendre, & occaſionneront pendant quelque tems plus de profondeur;

ou qu'à meſure que l'on anticipera ſur la mer, y trouvant un fond plus bas, ces dépôts ſeront plus long-tems à ſe faire ſentir; mais à la fin venant à remplir le nouveau lit, les dernieres jettées deviendront auſſi inutiles que celles qui les précédoient. Si l'on a la conſtance de les prolonger à meſure que la néceſſité le requerera, l'embouchure ayant toujours le même ſort, on n'en ſera pas plus avancé, & les bancs ne feront que s'y multiplier, l'expérience du paſſé annonçant ce qu'on peut attendre de l'avenir. Croiroit-on que depuis l'irruption du Rhône, arrivée en 1711, juſqu'en 1749, ce fleuve, dans l'eſpace de 40 ans, a fait des dépôts ſous l'eau & des attériſſemens qui ſe ſont ſucceſſivement étendus à la mer, juſqu'à deux mille ſept cens toiſes, c'eſt-à-dire, à plus d'une grande lieue au-delà des anciennes bornes du rivage.

Si le projet de joindre le port de Bouc au Rhône par un canal de navigation n'a pas eu lieu juſqu'à préſent, cela vient de ce que ceux qui l'ont eu en vue en différens tems ſe ſont laiſſés effrayer par le travail qu'offroit la montagne, compoſée en partie de rochers, qu'il faut couper pour entrer dans le port de Bouc, parce que ce projet n'avoit pas été juſqu'ici examiné ſérieuſement, pour juger ſi on pouvoit raiſonnablement l'entreprendre; mais par l'eſtimation qu'en a faite, en 1750, M. Milet de Monville, ingénieur en chef à Toulon, plus capable que perſonne d'en bien juger, on eſt ſûr qu'il n'en coûtera tout au plus que deux millions. Pour cela, il faut que le canal partant du port de Bouc, vienne aboutir au Rhône proche l'égliſe de S. Trophime par le chemin le plus court, qui n'eſt que d'environ cinq lieues; ſa largeur doit avoir cinq toiſes de plafond, ſur une profondeur de ſept pieds au-deſſous des plus baſſes eaux de la mer, qui l'entretiendra par l'embouchure du port de Bouc. Pour qu'en tout tems les bâtimens puiſſent paſſer du canal dans le Rhône, & réciproquement, à quelque hauteur que ſoient les eaux de ce fleuve, il faudra un ſas à deux écluſes près de S. Trophime, articles 1051 & 1052.

Il y a peu de projets de la nature de celui-ci qui préſentent moins de difficulté dans l'exécution, & plus d'avantage dans la jouiſſance. Ce canal entretenu par la mer ſur la profondeur de ſept pieds dans le tems de ſes plus baſſes eaux, n'en manquera jamais. Comme il ne ſera point expoſé à recevoir les eaux bourbeuſes du Rhône, ni les enſablemens de la mer, qui n'aura avec lui qu'une communication indirecte, les dépôts ne s'y

porteront point, & ſe trouvant abſolument indépendant de l'embouchure actuelle du Rhône, il ſera exempt de toutes les fâcheuſes ſuites qui en ſont inſéparables.

Moyen de rendre les rivieres navigables, en remontant le plus haut qu'il eſt poſſible vers leur ſource.

1066. Ce n'eſt point aſſez de réparer l'embouchure des rivieres & les autres endroits qui ont beſoin d'être entretenus, il faut auſſi voir ſi l'on ne peut pas donner plus d'étendue à leur navigation, en la prolongeant vers leur ſource, autant que les eaux y pourront fournir; par exemple, celle de la Seine, qui ne commence qu'à Bray, Nogent, & Pont, pourroit être remontée de vingt lieues, juſqu'à Châtillon, non pas en ſuivant toujours ſon cours, qui manque de fond en beaucoup d'endroits, mais en faiſant un canal à côté, avec des ſas à écluſes, qui rendroient la navigation infaillible en tout tems, & beaucoup meilleure que celle de la riviere même, parce qu'on ſeroit maître de ne faire entrer dans le canal que la quantité d'eau dont il auroit beſoin. Comme on peut avoir recours au même expédient pour toutes les autres rivieres de France qui ſe trouvent dans le même cas, voici les moyens qu'a propoſé M. le maréchal de Vauban pour les rendre en peu de tems navigables; moyens qui peuvent également s'appliquer à celles de tous les états de l'Europe.

Quoique M. le maréchal de Vauban fût le plus grand ingénieur qu'il y ait jamais eu, il ne s'eſt pas borné à perfectionner l'art de fortifier les places, ni à imaginer de nouvelles méthodes de les attaquer & de les défendre; ſon zele pour le bien public, qui lui faiſoit embraſſer généralement tout ce qui pouvoit y concourir, l'avoit rendu encore plus grand homme d'état que grand ingénieur. Ses vues ſe répandoient principalement ſur les moyens d'augmenter le commerce de l'intérieur du royaume, comme on en va juger par un échantillon que j'ai extrait de ſes mémoires manuſcrits, qui m'ont été communiqués par Meſſieurs Dupuis-Vauban, ſes neveux, très-dignes d'un nom auſſi illuſtre.

Projet de M. le maréchal de Vauban, pour accroître la navigation des rivieres de France.

1067. Pour que les canaux dont il s'agit puiſſent convenir aux plus grands bateaux qui flottent ſur les rivieres de France, M. le maréchal de Vauban ſuppoſe qu'on donnera à ces canaux neuf toiſes de largeur à la ſuperficie de l'eau, ſix au plafond, & ſix pieds de profondeur; ce qui revient à ſept toiſes & demie cube d'excavation par toiſe courante, à laquelle aſſujettiſſant un prix moyen que l'on multipliera par deux mille cinq cens toiſes, on aura ce que l'excavation du canal & la formation des digues pourront coûter par lieues de chemin, qu'il

double enſuite, afin d'avoir égard aux ouvrages de maçonnerie, de charpente & de ferrure qu'il faudra pour les écluſes, ſas, aqueducs, déverſoirs, ponts, & à l'indemnité du terrein qu'on prendra aux particuliers. Suppoſant que toutes ces dépenſes enſemble montent à 100000 livres, le deſſein de M. de Vauban eſt d'en répartir la levée ſur tous les riverains qui ſeront les plus à portée de profiter du canal, & qui s'étendront juſqu'à cinq lieues de hauteur de part & d'autre. Ainſi chaque lieue de riviere ou de canal aura dix lieues quarrées de pays, qui contribueront à ſa conſtruction, c'eſt-à-dire, cinq d'un côté & autant de l'autre: mais au lieu de faire la diſtribution de la dépenſe de chaque lieue courante de canal par portion égale ſur chaque lieue quarrée de pays, il la proportionne ſelon qu'étant plus à portée, les riverains en tireront un plus grand avantage. Comme il eſt juſte, dit-il, que le roi entre pour ſa part dans les frais d'un travail qui ne pourra manquer de contribuer à l'augmentation de ſes revenus, il eſtime que ſa majeſté doit y entrer pour un cinquieme, c'eſt-à-dire, pour 20000 liv. Alors il en reſtera 80000 à la charge du pays, qui ſera taxé à proportion du produit des biens que comprendront les dix lieues quarrées. Cela ſuppoſé, il diviſe les 80000 liv. en vingt parts de 4000 liv. chacune: il en impoſe ſix ſur les deux lieues quarrées attachées au canal, cinq ſur les deux autres contigues aux premieres, quatre ſur les ſuivantes, trois ſur les pénultiemes, & deux ſur les dernieres, faiſant enſemble les vingt parts, leſquelles eſtimées à 4000 liv. chacune feront la ſomme de 80000 liv. Sur ce pied la premiere lieue quarrée bordant le canal du côté droit, portera trois parts equivalentes à 12000 livres: la ſeconde deux parts & demie, équivalentes à 10000 livres: la troiſieme, deux équivalentes à 8000 livres: la quatrieme une part & demie équivalente à 6000 livres: & la cinquieme ſera de 4000 livres: le tout faiſant 40000 liv. qui étant doublées, pour y comprendre auſſi le côté gauche, donneront encore les 80000 liv. ci-deſſus.

On pourra donner ſi l'on veut plus d'étendue à cette impoſition, car il eſt ſûr que la navigation en tirera avantage de beaucoup plus loin que de cinq lieues; mais on propoſe celle-ci pour offrir ſeulement une idée des proportions qu'on peut y obſerver, pour leſquelles il faut avoir de grands égards, afin de ne point ſurcharger les uns plus que les autres.

En procédant de la ſorte, les impoſitions ſeront ſupportables, & on les adoucira encore en les répandant ſur le tems de la du-

rée du travail; c'eſt-à-dire, que s'il doit durer ſix ans, ce ſera deux mille liv. qu'il en coûtera par année pour chacune des deux premieres lieues quarrés attachées au canal; ainſi des autres à proportion de leurs taxes. M. de Vauban voudroit, avant que de commencer l'ouvrage, que l'on eût en caiſſe la moitié de ces levées, afin d'avoir des fonds pour ne pas le laiſſer languir. La fouille du canal pouvant ſe faire par les habitans de chaque lieue quarrée, il ne ſortira d'argent de leur pays que ce qu'il en faudra pour les matériaux qui ne s'y trouveront pas: ſi les levées paroiſſent encore trop fortes en répandant les 80000 liv. ſur ſix années, on pourroit en prendre 8, 10, & juſqu'à 12, & même emprunter de l'argent à un intérêt raiſonnable; alors les communautés pourroient engager leur part du canal, c'eſt-à-dire, de ſon produit juſqu'à parfait paiement; mais ces dettes une fois acquittées, il faudroit affranchir la navigation de tout péage, & qu'elle n'eût d'autre impoſition que préciſément ce qui ſera néceſſaire à ſon entretien & aux gages des écluſiers: encore vaudroit-il mieux que ce qu'il faut pour cela fût impoſé à perpétuité ſur les lieues quarrées précédentes, en ſuivant la même proportion qu'on aura établie pour la dépenſe de la conſtruction, afin que la navigation fût totalement libre. C'eſt le moyen de rendre le débit des denrées plus abondant & plus recherché; le roi en profitera conſidérablement, parce que tous les biens voiſins du canal augmenteront de prix, par conſéquent les taxes à proportion, & que les terres en ſeront beaucoup mieux cultivées. Pour s'en convaincre, il ne faut qu'examiner les pays traverſés par des rivieres navigables; on verra une différence totale entre le prix des héritages qui en ſont près, d'avec ceux qui en ſont éloignés, quoique de même fertilité. Les villes, bourgs & villages, ſitués le long des rivieres navigables, ſont bien mieux bâtis, plus peuplés, & plus vivans qu'ailleurs: les pays voiſins, en bonne culture, & bien autrement en valeur que ceux des lieux où il n'y a point de navigation. Dans ces dernieres, les terres y ſont le plus ſouvent nonchalamment cultivées, parce que le débit des denrées manquant, les habitans ne travaillent guere que pour leur propre ſubſiſtance.

Ce que nous diſons ici pour une navigation, devant s'entendre pour toutes les autres dont le royaume peut être traverſé, on voit, continue M. de Vauban, qu'on peut faire de la France le meilleur pays du monde, en joignant à ce qui précede l'arroſement des cantons arides, & le deſſéchement de ceux qui ſont marécageux.

CHAPITRE IV.

Des canaux de navigation les plus célebres, exécutés par les anciens.

1068. « LE commerce eſt le plus ſolide fondement de la ſo-
» ciété civile, dit M. Rollin *, & le lien le plus néceſſaire pour
» unir tous les hommes entr'eux, & même les habitans des
» pays les plus éloignés; par ſon moyen le monde entier ne
» ſemble plus former qu'une ſeule famille, il fait régner de
» toute part une abondance univerſelle : les richeſſes d'une
» nation deviennent celles de tous les autres peuples, nulle
» contrée ne ſe ſent de la ſtérilité, tous ſes beſoins lui ſont ap-
» portés des extrêmités de l'univers, & chaque région eſt éton-
» née de voir chez elle en abondance les fruits étrangers que
» ſon propre fonds ne pouvoit lui fournir ».

Avantage que procure le commerce. Les canaux ſont merveilleux pour lui donner plus d'étendue.

Perſonne n'ignore aujourd'hui qu'il eſt le ſeul moyen de rendre un état floriſſant & de le faire reſpecter de ſes voiſins, en facilitant l'éclat des conquêtes; mais ſi le commerce par la navigation du dehors procure tant d'avantages, il eſt naturel d'en inférer que le commerce de la navigation du dedans doit produire en petit le même effet, ce qui ſe peut en rendant toutes les rivieres navigables & en les joignant par les canaux, afin d'établir une navigation générale, par laquelle chaque province ait la facilité d'acheter de ſon ſuperflu le ſuperflu d'une autre, & de ſe fournir réciproquement le néceſſaire & le commode. C'eſt par les canaux que les voitures & les bêtes de charge devenues moins néceſſaires, peuvent être employées plus utilement au labourage; c'eſt par eux que bien des terres arides deviennent fertiles, ou qu'on parvient à en deſſécher d'autres aquatiques qui ſont ſans valeur. C'eſt par eux qu'un grand nombre de fabriques exigent moins d'hommes & de dépenſes pour être entretenues; c'eſt par eux que le trafic peut animer toutes les parties d'un état, y faire régner l'abondance, procurer le bonheur des peuples, & donner plus d'étendue à la puiſſance du ſouverain. Enfin ils attirent & facilitent le prompt débit des denrées de cinq ou ſix lieues de la droite & autant de la gauche, princi-

* Hiſtoire ancienne.

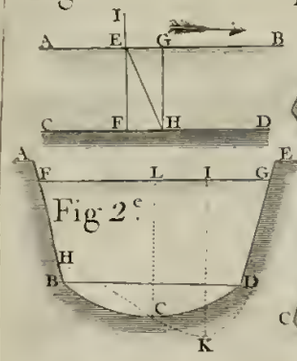
palement les grains, fourages, bois propres à la charpente & à brûler, les matériaux pour bâtir, ce qui provient des groſſes manufactures, en un mot, toutes les matieres peſantes & de grand volume, qui reſtent ſans valeur ſur les lieux, dès que le tranſport paſſe cinq ou ſix lieues des endroits où l'on en a beſoin, parce que la voiture par charrois les enchérit extraordinairement. Auſſi voit-on beaucoup de pays, quoique bons d'ailleurs, qui manquent de quantité de choſes qui leur ſont néceſſaires; au lieu qu'ils les auroient à un prix médiocre, ſi le tranſport pouvoit s'en faire par eau, parce qu'un bateau d'une grandeur raiſonnable, manœuvré par ſix hommes, & attelé de quatre chevaux, peut tranſporter quinze cens quintaux, ce qu'auroient peine à faire par une autre voie deux cens hommes & quatre cens chevaux. Mais il eſt inutile de détailler des vérités auſſi connues, puiſqu'il ne faut, pour s'en convaincre, que jetter les yeux ſur le commerce immenſe qu'occaſionnent les canaux en France, en Hollande, en Italie & ailleurs.

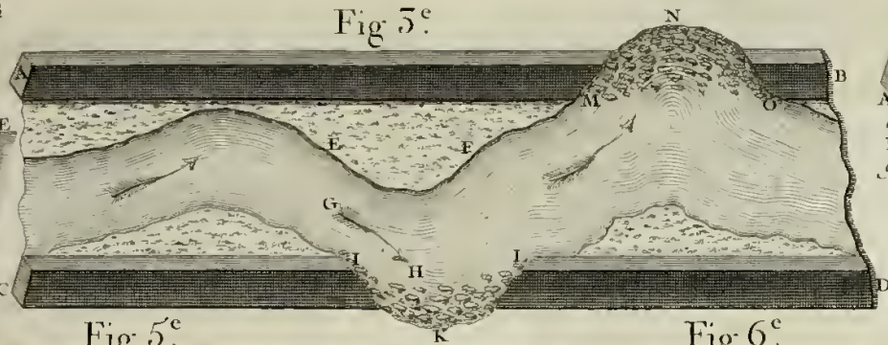
Ayant cherché à rendre inſtructif & intéreſſant ce que j'ai enſeigné dans le troiſieme livre, ſur les ouvrages propres aux places maritimes, en donnant une légere deſcription des ports établis par les anciens, je vais en uſer de même au ſujet des canaux de navigation qu'ils ont conſtruits, afin d'allier, ſans trop m'écarter de mon ſujet, l'Hiſtoire de l'Architecture Hydraulique avec les principes qui lui appartiennent.

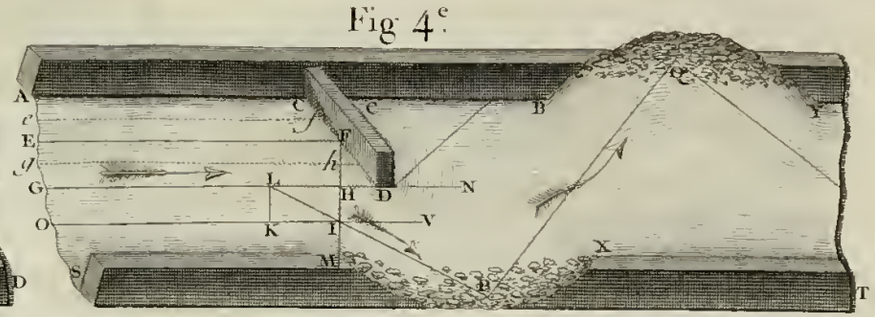
Diverſité des opinions ſur le canal qui joignoit anciennement la mer Rouge à la Méditerranée.

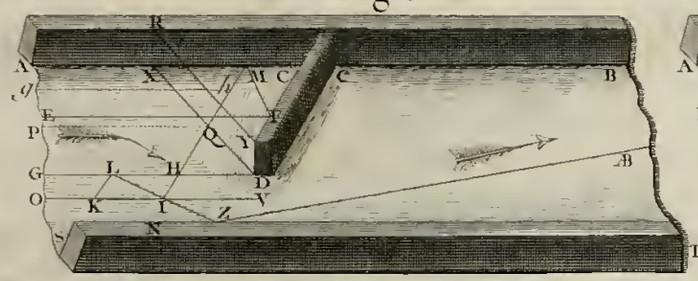
1069. Le plus ancien canal dont les hiſtoriens faſſent mention, eſt celui qui joignoit la mer Rouge à la Méditerranée; mais comme la plupart ne ſont pas bien d'accord ſur l'uſage qu'on a fait de ce canal, les uns prétendant qu'il n'a jamais été navigable, par les difficultés inſurmontables qu'on y a rencontré, les autres au contraire aſſurant qu'il a été conduit à ſa perfection, & qu'il a ſervi pendant pluſieurs ſiecles, j'ai recherché ce que les auteurs qui ont le plus étudié les anciens, ont dit à cet égard, afin de ſavoir à quoi s'en tenir ſur un ſujet qui partage encore beaucoup d'habiles gens, quoiqu'au fond il ne paroît plus permis de ſe refuſer à l'évidence des preuves de ceux qui croient qu'en effet ce canal a été la ſource du grand commerce des Egyptiens. Quoique ce ſoit mon ſentiment, je me garderai bien de décider, & me contenterai de rapporter à la lettre ce qu'en ont dit les plus ſavans écrivains modernes, en commençant par le célebre M. Huet, évêque d'Avranches, dans ſon commentaire ſur la navigation du roi Salomon, en voulant expliquer de quelle

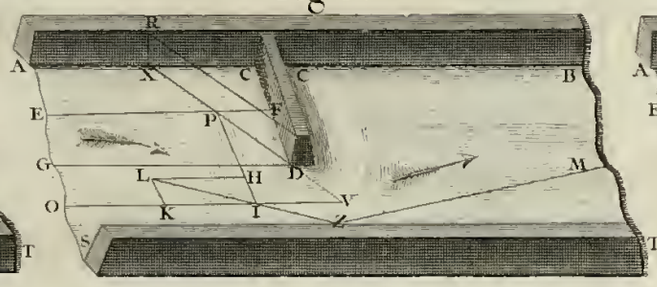
Figure Iere — Desseins relatifs à la théorie et à l'usage qu'on peut faire des Epys pour interrompre le cours des dégradations qui arrivent aux Rivieres.

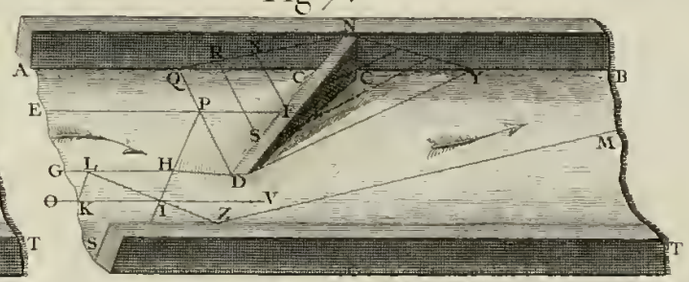


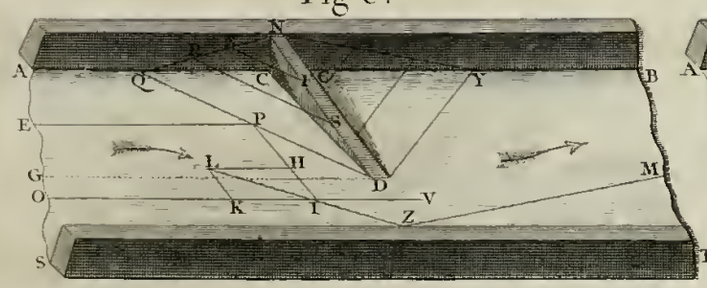


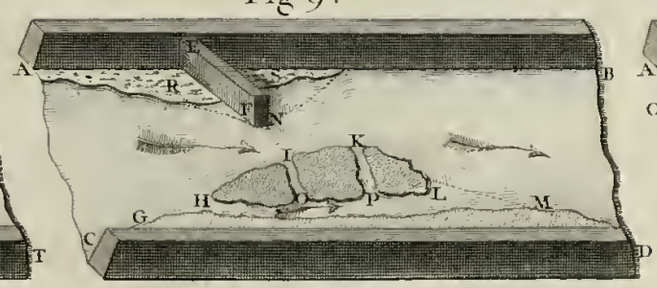


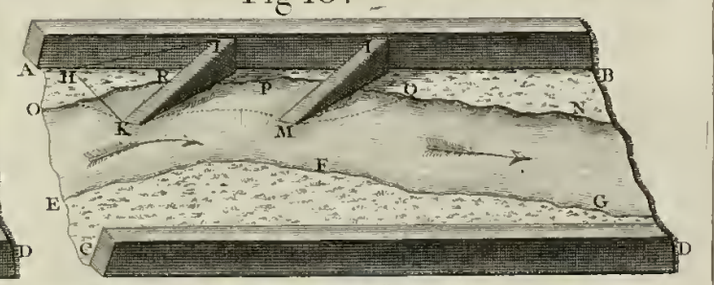


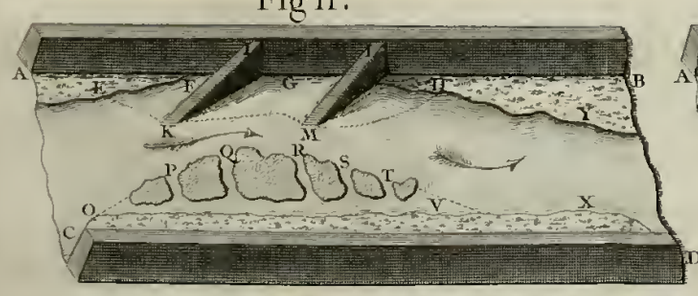


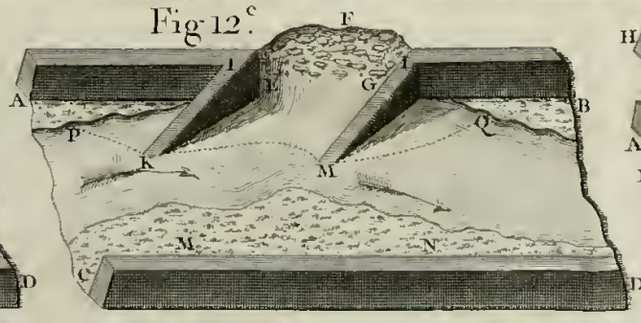


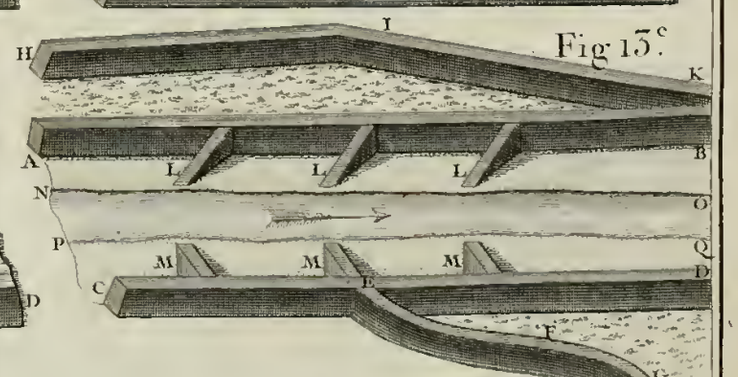












Plan des differens Epvs qui peuvent se construire suivant la situation des lieux.

Figure Iere.

Fig 2.^e

Fig 3.^e

Fig 4.^e

Fig 5.^e

Fig 6.^e

Fig 7.^e

Fig 8.^e

Partie de l'Epv restant à faire

Entrainement

Plan d'un Epv en partie fait.

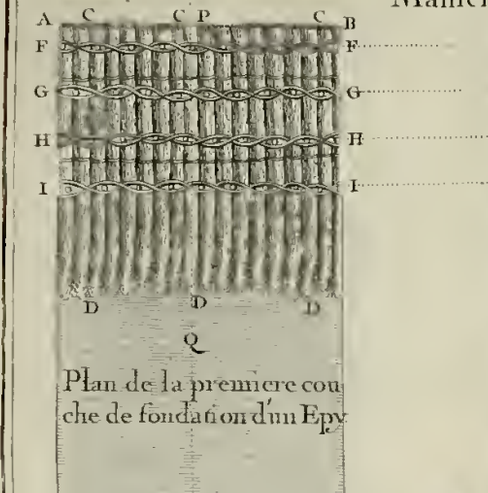
Entrainement

Fig 9.^e

Fig 10.^e

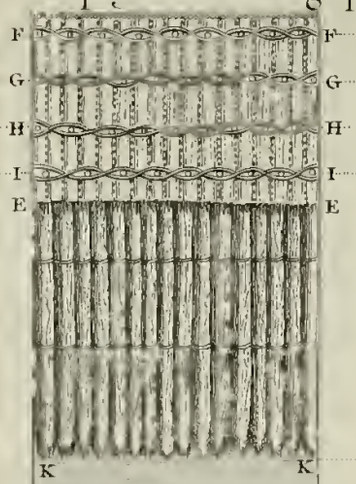
Fig 11.^e

Maniere d'employer le fascinage pour fonder l'enracinement d'un Epy.



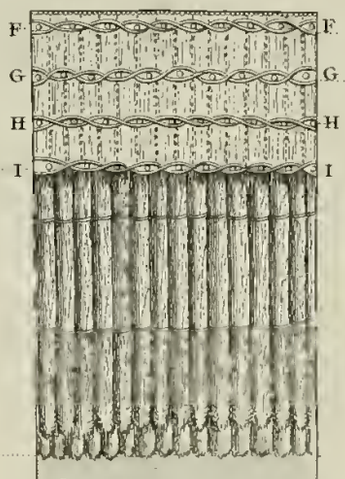
Plan de la premiere couche de fondation d'un Epy

Fig 12.e



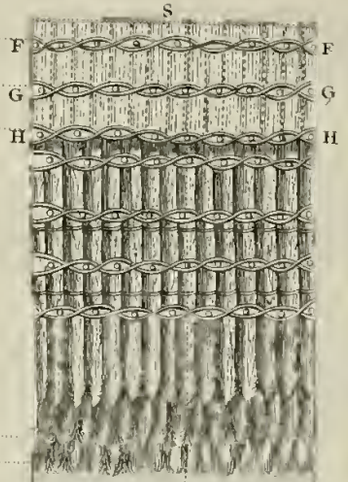
Plan de la seconde couche de fondation.

Fig 13.e



Plan de la couche precedente avec un second lit de fascines.

Fig 14.e



Plan de la même couche achevée par un troisieme lit de fascines.

Fig 15.e

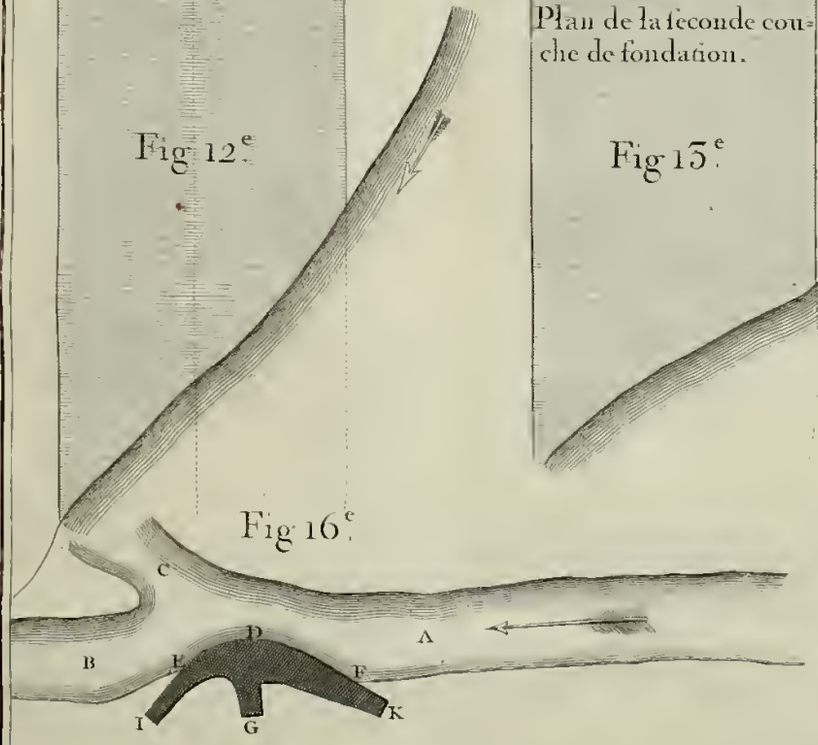


Fig 16.e

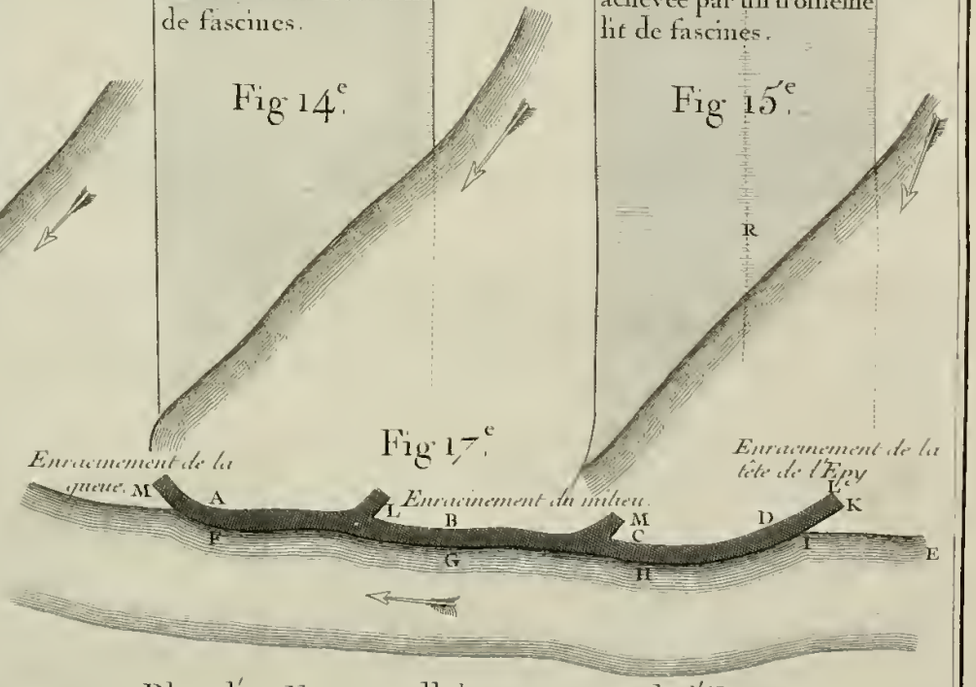


Fig 17.e

Plan d'un Epy parallele au courant de l'Eau.

N.° 37.

Plan d'une fondation d'Epy clavonnée et achevée.

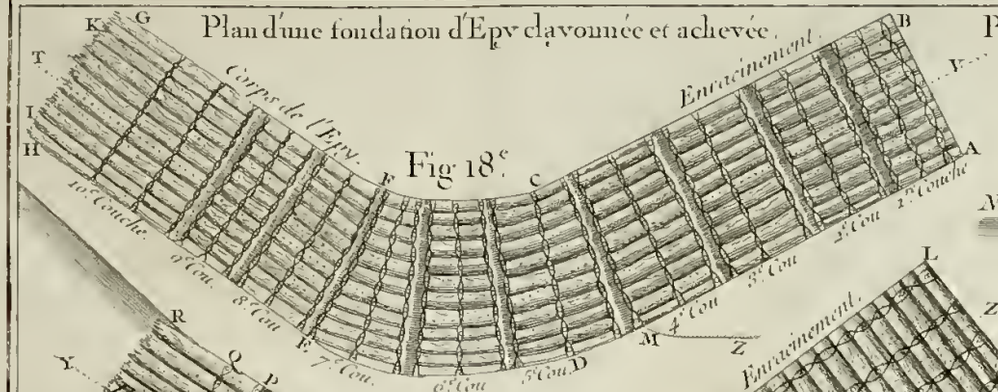
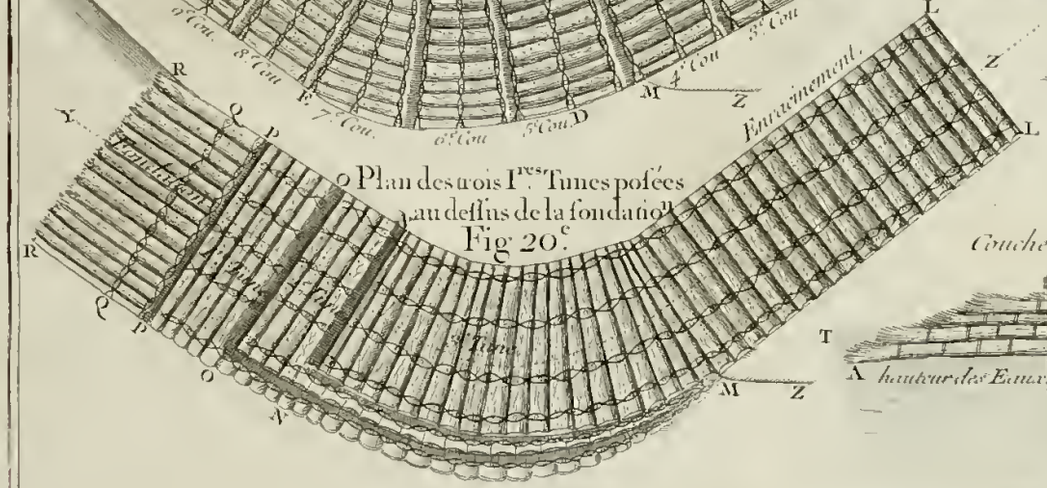


Fig 18.e

Profil de la 2.de couche d'un Enracinement coupé sur la ligne R S. Fig 15.

Fig 19.e



Plan des trois 1res Tunes posées au dessus de la fondation

Fig 20.e

Profil des trois 1res Tunes coupé sur la ligne T V de la Fig 18.

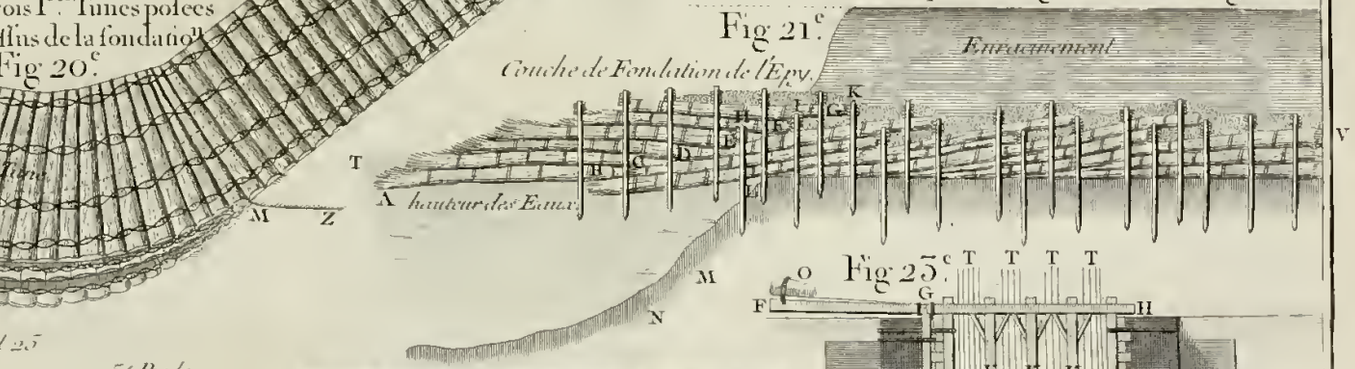


Fig 21.e

Echelle des Figures 23. 24 et 25

Profil de la 1re couche de la fondation de l'Epy coupé sur la ligne Y Z. de la Fig. 20.

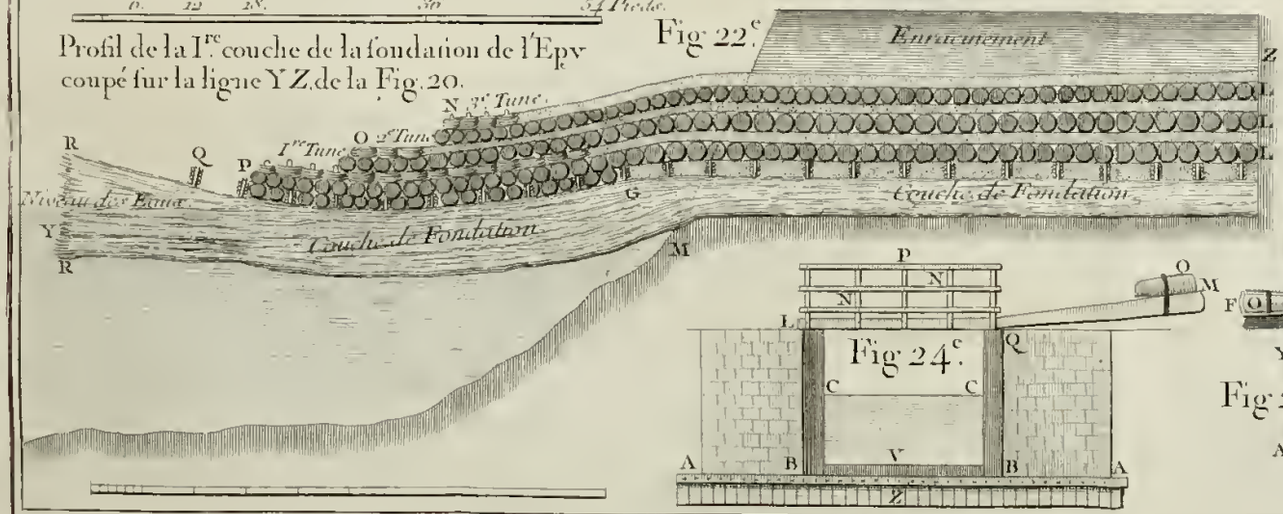


Fig 22.e

Fig 24.e

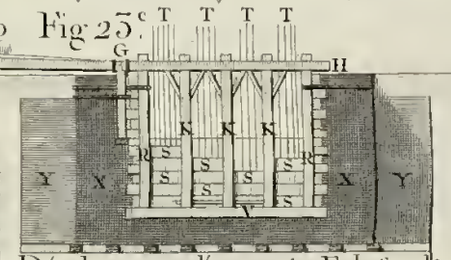


Fig 23.e

Développement d'une petite Ecluse telque les anciens les construisoient pour leur Navigation

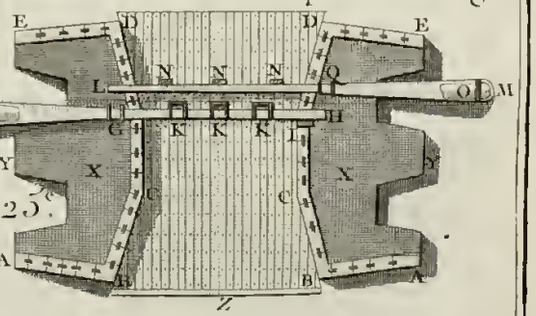
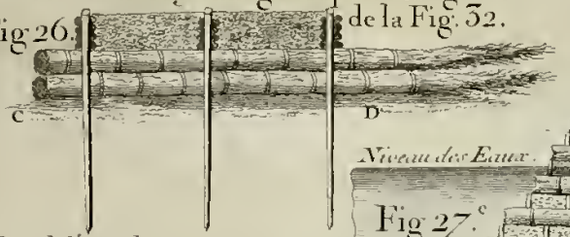


Fig 25.e

Profil d'un Clavonnage coupé sur la ligne C D de la Fig. 32.

Fig 26.



Profil d'un Clavonnage coupé sur la ligne A B de la Fig. 32.

Fig. 30.

Plan d'un Clavonnage.

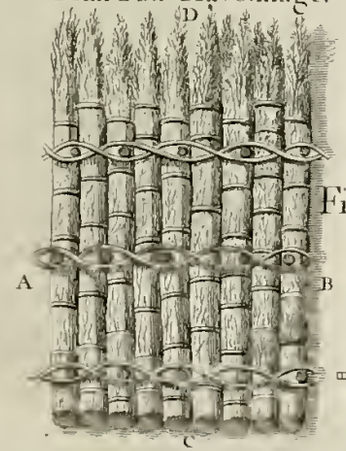


Fig 32.e

Profil d'un Epv achevé coupé sur la ligne X Y des Fig. 4 et 8.

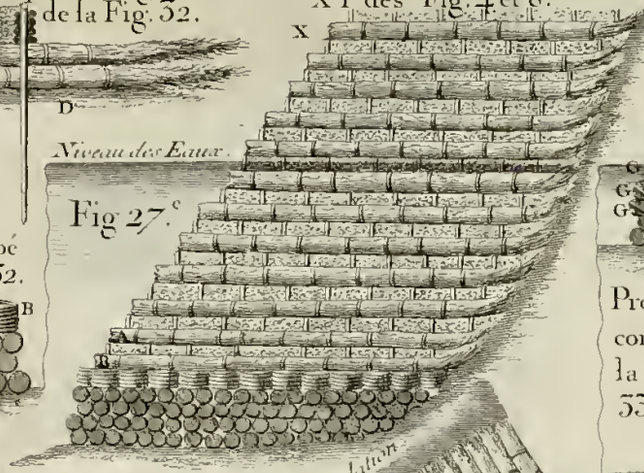


Fig 27.e

Profil de la Ire Tune du corps de l'Epv coupé sur la ligne R S de la Fig. 33.

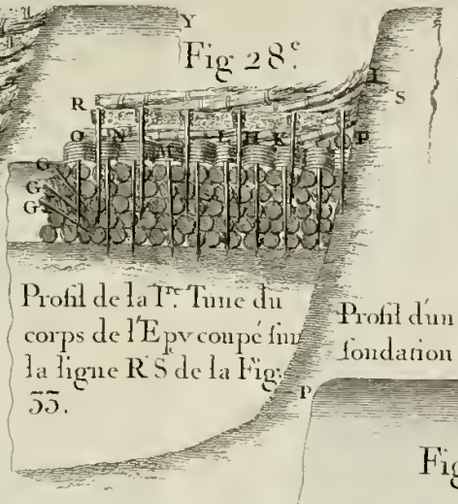


Fig 28.e

Profil de la Ire Tune dans l'enracinem.t coupé sur la ligne T V de la Fig. 33.

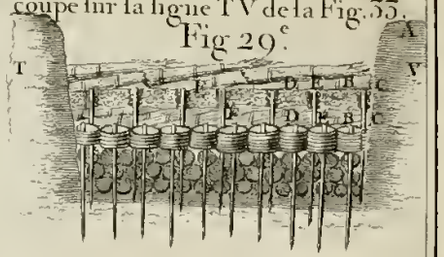


Fig 29.e

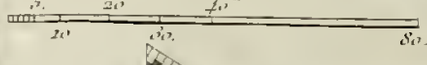
Profil d'un Enracinement et de la Ire couche de fondation coupé sur la ligne P Q de la Fig 12.

Fig 31.e

Plan de la Ire Tune.

Fig 33.e

Echelle de la Figure 35.



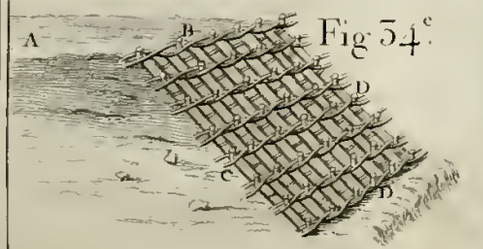


Fig 34.e

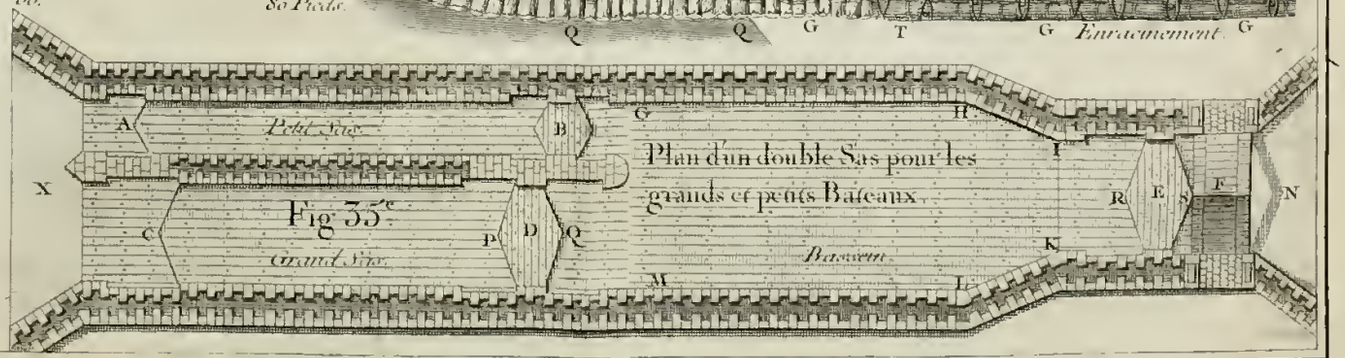


Fig 35.e

Plan d'un double Sas pour les grands et petits Bateaux.

Dévelopement d'une Ecluse de Charpente propre a former des Inondations et à faciliter la Navigation des petites Rivieres.

Fig. 1.e

Echelle de la seconde Figure.

1 2 3 4 5 6 9 12 16 Pieds

Echelle pour les deux Plans et profils de l'Ecluse de charpente representée sur cette planche.

0 pieds. 22. 28. 24

Profil de l'Ecluse coupé sur la ligne IK.

Fig. 4.e

Dessein d'une vanne qui se leve avec une vis en faisant tourner l'ecrou à l'aide d'une roue horisontale

Fig. 5.e

PLAN de la moitié de l'Ecluse vûe sur le Radier.

Dessein d'une vanne qu'on peut lever avec des Roues à bras, ou Tours à roues

Fig. 2.e

Fig. 3.e

Fig. 7.e

Fig. 6.e

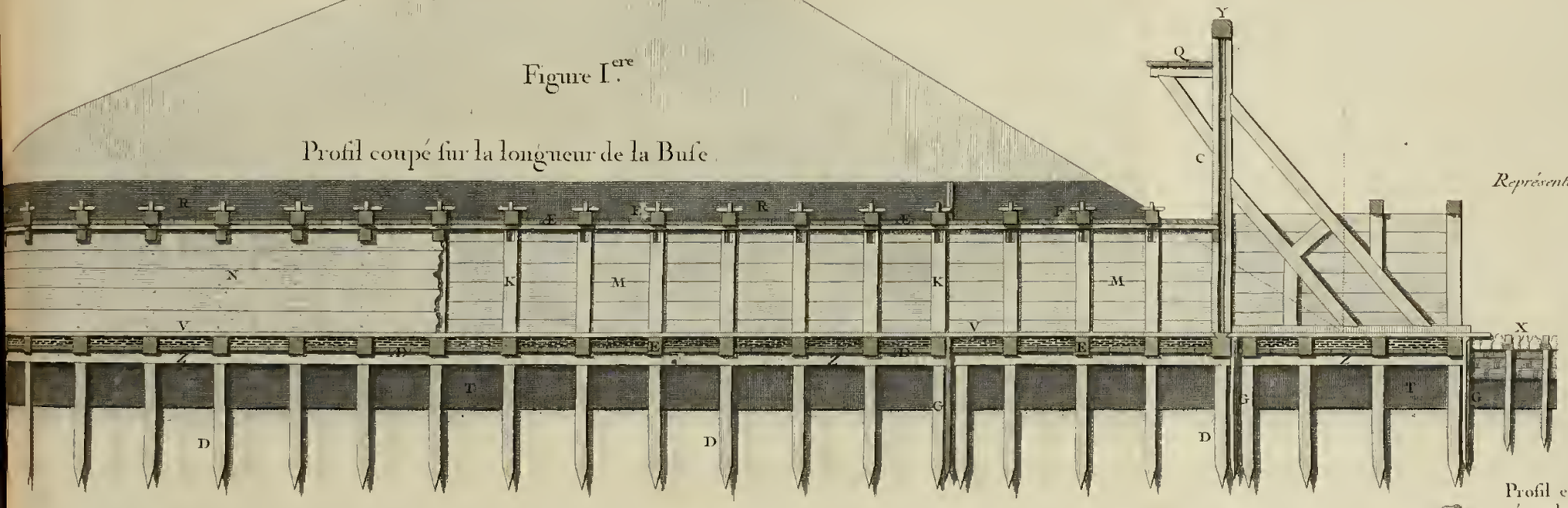
ELEVATION d'une des aîles de l'Ecluse marquée au plan par EFGH

Developement d'une Buse pratiquée au travers d'une Digue, pour faciliter l'écoulement des Eaux d'un Pays Aquatique.

Epaisseur du Sommet de la Digue.

Figure I.ere

Profil coupé sur la longueur de la Buse.



Représentation d'un des Chassis EF

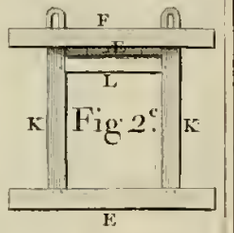


Fig. 2.e

Echelle du Plan et des Profils.

Plan de la Buse apperçue au dessus et au dessous de son Plancher.

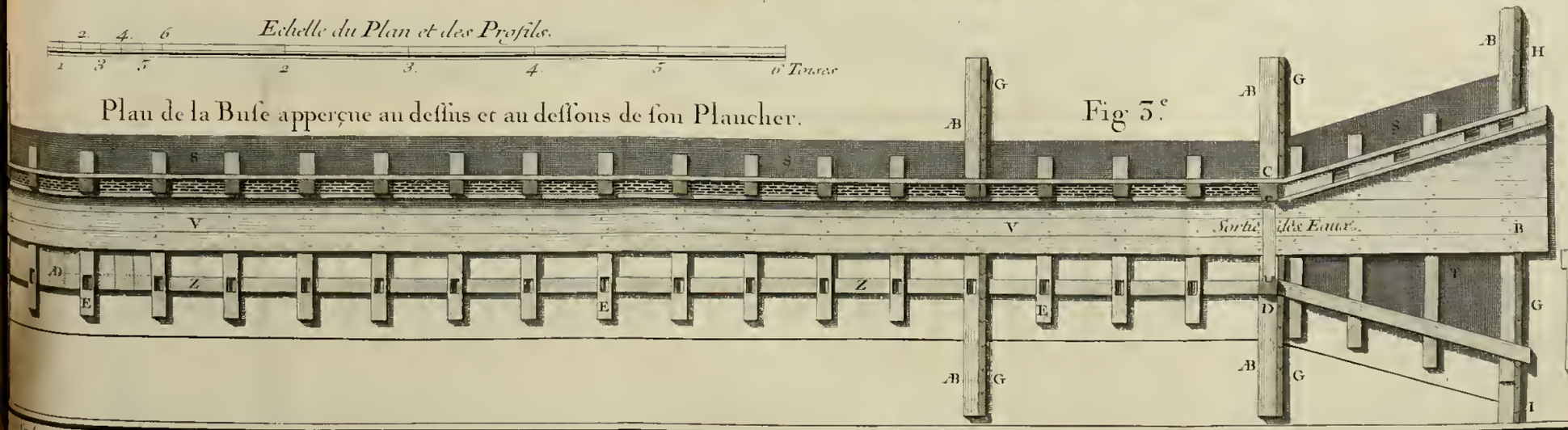


Fig. 3.e

Profil et Elévation répondant à l'entrée CD de la Buse.

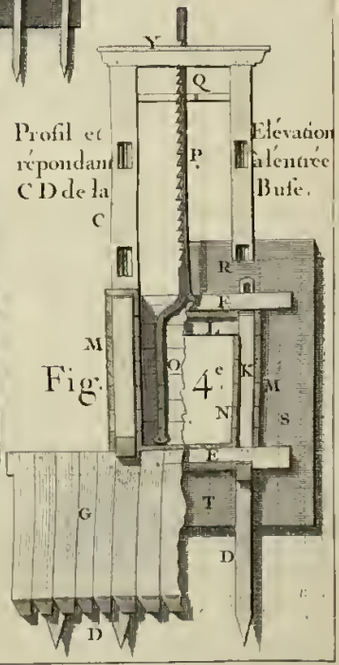


Fig. 4.e

N.o 41.

Figure I.re

Fig 2.e

Fig 3.e

Ponts roulans pour faciliter la Navigation des petites Rivieres, avec plusieurs moyens de les aprofondir.

Fig 4.e

Fig 5.e

Usage des roues à hériſſon pour creuſer les Rivieres et Canaux.

Fig 6.e

Fig 7.e

Fig 8.e

quelle maniere la flotte de ce prince a pu paſſer de la mer Rouge dans la Méditerranée, pour ſe rendre à celle d'Hiram roi de Tyr, & aller enſemble à Ophir y chercher de l'or, ſelon ce qui eſt rapporté dans le neuvieme chapitre du troiſieme livre des rois. Ce prélat, après pluſieurs diſſertations fort interreſſantes, s'exprime ainſi dans le ſixieme article de ſon premier chapitre.

Extrait d'une diſſertation de M. Huet, Evêque d'Avranches, qui prouve que ce canal a été navigable pendant pluſieurs ſiecles.

1070. « Mais à quoi bon ſe tant tourmenter à imaginer quelle » fut la maniere dont les vaiſſeaux des Tyriens firent ce trajet, » puiſque dans ce tems là on avoit une voie ſi facile pour cela? » En effet, de ce tranſport des vaiſſeaux Tyriens, on doit con- » clure que même avant le ſiecle de Salomon, les rois d'Egypte » avoient joint la mer Méditerranée à l'Erithérée par un ca- » nal de l'une à l'autre; car qui pourroit ſe perſuader que les » Egyptiens, nation ſi laborieuſe & accoutumée à de ſembla- » bles ouvrages, après avoir creuſé une infinité de canaux dans » une terre molle & bourbeuſe, pour introduire ou détourner » les eaux du Nil, & avoir élevé avec des travaux immenſes » ces merveilleuſes pyramides, aient pu négliger la jonction de » ces deux mers, qui leur aſſuroit des commodités & des avan- » tages infinis. Ce n'eſt pas ici une ſimple conjecture : une tra- » dition arabe aſſure que la jonction du Nil avec le golfe Ara- » bique, a certainement été faite; on en fait remonter l'époque » juſqu'au tems d'Abraham, & on en attribue l'exécution à To- » tis, ou comme d'autres le nomment, à Tarſis roi d'Egypte; » c'eſt le ſentiment de Murtadi dans ſa deſcription de l'Egypte. » Strabon, après avoir avancé que l'ouvrage n'avoit été qu'é- » bauché ſous Seſoſtris, a prétendu dans la ſuite que le canal » de communication avoit été fait ſous ce prince avant la guerre » de Troyes. Tous les ſçavans conviennent que la guerre de » Troyes eſt d'un ſiecle plus ancienne que le regne de David; » mais on voit, par la ſupputation des tems, & par le témoignage » de Joſephe, que Seſoſtris, connu dans l'écriture ſous le nom » de Seſac, n'a vécu que long-tems depuis, & a été contem- » porain de Roboam, quoique ce ſentiment ſoit oppoſé à ce- » lui de la plupart des auteurs Grecs. Ainſi on doit conclure » que ce canal avoit été percé & rendu pratiquable avant le » régne de Seſoſtris, mais que dans la ſuite des tems s'étant trouvé » bouché faute d'entretien, ce prince entreprit d'y faire tra- » vailler de nouveau, & de le creuſer davantage. A cette opi- » nion on peut auſſi ajouter le ſentiment de quelques anciens, » qui ont cru qu'après la deſtruction de Troyes, Menelas avoit

» traverſé l'iſthme Arabique, par un canal, pour pénétrer en » Ethiopie. Cependant ce nétoiement du canal & l'ouvrage » nouveau qui y fut fait en le creuſant davantage, que quel- » ques-uns attribuent à Seſoſtris, eſt auſſi attribué par d'autres à » Pſametichus ſon fils, & Herodote en donne la gloire à Né- » cus, petit fils de Seſoſtris. Quoi qu'il en ſoit, l'ouvrage ne fut » pas pouſſé juſqu'à la fin dans ce tems-là, non plus que quel- » ques années après par Darius, ſous qui cependant il s'en fallut » peu qu'on n'y mît la derniere main; on en fut détourné par la » crainte que l'on eut que les eaux de la mer Rouge ſe trouvant » plus hautes que les terres de l'Egypte, elles ne vinſſent à inonder » le pays. Cependant le même Herodote ſemble inſinuer que » Darius pouſſa l'ouvrage à ſa derniere perfection. Ptolomée Phi- » ladelphe prévint l'inconvénient que l'on craignoit du côté des » eaux de la mer Rouge; il ajouta au canal qu'il avoit entiére- » ment fait creuſer depuis Bubaſte juſqu'à Arſinoé, des ecluſes* » pour arrêter les eaux de la mer Rouge qui ſeroient entrées » avec trop de violence. Nous voyons encore dans Strabon que » du tems d'Ælius-Gallus & du ſien, la communication du Nil » au golfe Arabique étoit libre aux vaiſſeaux marchands d'Ale- » xandrie, & que de-là ils pénétroient juſques dans les Indes. » Je ne crois pas cependant que ce canal ait été navigable » pour les gros vaiſſeaux; car comment Cléopatre ſe ſeroit- » elle déterminée à faire conſtruire avec des frais & des peines » immenſes, des machines pour tranſporter ſa flotte par terre, » ſi elle eût eu une voie ouverte pour le faire avec plus de fa- » cilité? Dans la ſuite l'empereur Trajan fit réparer ce canal & » lui donna ſon nom, comme Ptolomée avoit fait avant lui; » après quoi le caliphe Omar, vers la fin du regne d'Heraclius, » donna la commiſſion à Amri fils d'Aſius, de nétoyer ce ca- » nal qui s'étoit trouvé comblé avec le tems, faute d'entretien. » Ce canal eſt celui que les Arabes croient que dès le tems » d'Abraham, Totis roi d'Egypte avoit fait faire; un autre cali- » phe d'Egypte le fit fermer à ſon embouchure du côté de la mer, » & le caliphe Hakem le fit encore de nouveau rétablir & l'orna » d'un revêtement de marbre. Quelques ſoudans d'Egypte, leur » vainqueur Selim, empereur des Turcs, & les deſcendans de » celui-ci, ont travaillé à le r'ouvrir, & l'ont mis dans l'état

* Les anciens donnoient le nom d'écluſes à tous les travaux qu'ils faiſoient pour ſoutenir les eaux, ainſi l'on ne doit point inférer que ce terme ſignifie ici des écluſes, telles que les nôtres, tout paroiſſant prouver qu'ils ne les connoiſſoient point.

» où il ſe trouve aujourd'hui; mais il ne ſert plus qu'à intro-
» duire les eaux dont on a beſoin dans certains tems pour arroſer
» les terres d'Egypte; la quantité du limon dont ſon lit eſt
» chargé, le rendant inutile pour la navigation. Nous n'ou-
» blierons pas ce que Diodore rapporte, ſçavoir, que de Mem-
» phis à la mer, nous ajouterons Méditerannée, de crainte d'er-
» reur, on a coupé une infinité de canaux ſemblables à ceux
» que l'on trouve dans le reſte de l'Egypte, deſtinés à arroſer
» les terres ou à tranſporter les marchandiſes.

Concluſion de M. Huet ſur le même canal dont il détermine la poſition.

1071. « Je crois avoir fait ſentir à ne pouvoir en douter, tant
» par la deſcription que nous avons des anciens, que par le
» ſentiment des modernes, que ce canal que Seſoſtris répara,
» étoit le même que celui que Darius, après lui Ptolomée Phi-
» ladelphe, & enfin le caliphe Omar avoient fait creuſer à di-
» verſes repriſes. Ce canal s'étendoit depuis la ville de Fuſtata,
» aujourd'hui le Grand-Caire, juſqu'à Clyſma, port ſur la mer
» Rouge; ce qui eſt conforme à ce qu'en diſent Elmacin & Eu-
» thychus, auxquels on peut joindre Herodote, qui, dans la deſ-
» cription qu'il en donne, place le commencement de ce canal
» un peu au-deſſus de Bubaſte. C'eſt en effet la partie du Nil qui
» eſt la plus voiſine de la mer, & l'endroit où il étoit le plus fa-
» cile de creuſer un canal; car au rapport de Pline, cet inter-
» valle n'eſt que d'environ ſoixante-deux mille pas.

» Les anciens auteurs, ſur la foi deſquels je l'ai rapporté, di-
» ſent preſque tous unanimement que les rois d'Egypte & de
» Perſe, Seſoſtris, Pſametichus, Neco, & Darius, qui ont fait
» travailler à ce canal, avoient été détournés de le pouſſer juſ-
» qu'à ſa perfection, parce qu'ils s'étoient aperçus que le ni-
» veau de la mer Rouge étoit plus haut que celui des terres
» d'Egypte, & qu'ils appréhendoient que l'iſthme étant coupé,
» la mer ne trouvant plus de barriere, n'inondât tout le pays
» de ſes eaux: c'eſt ainſi qu'en parle Ariſtote. Diodore ajoute que
» ce fut pour cette raiſon que Ptolomée, après avoir con-
» ſommé un ouvrage que les autres n'avoient fait que commen-
» cer, fit conſtruire une écluſe pour remédier quand on le juge-
» roit à propos, à l'impétuoſité des eaux de la mer qui entreroient
» dans ce canal. Pline, après avoir dit que l'on avoit trouvé que
» l'eau de la mer Rouge étoit de trois coudées plus élevée que
» les terres de l'Egypte, allegue une autre raiſon, qui eſt que l'on
» avoit appréhendé que les eaux de la mer ne vinſſent à gâter
» les eaux du Nil, qui ſont les ſeules que les Egyptiens ayent

» pour boire ; mais Strabon fait voir le ridicule de la crainte que » l'on avoit donnée à ces princes qui avoient commencé à per- » cer cet iſthme, & nie formellement qu'il ſoit vrai que les » eaux de la mer Rouge ſoient plus hautes que l'Egypte. C'eſt » ce qu'ont fort bien prouvé Fournier & Riccioli, en démon- » trant que toutes les mers, au moins celles dont les eaux ont » flux & reflux, ſont dans le même équilibre. Enfin on ne peut » s'empêcher de convenir que les écluſes que fit faire Pto- » lomée Philadelphe dans le canal, afin de pouvoir introduire » les eaux ou les arrêter, n'y furent miſes dans aucune autre vue » que pour mettre dans le beſoin de juſtes bornes à la hauteur » des eaux de la mer Rouge. Il eſt à préſent facile de comprendre » de quelle façon les vaiſſeaux d'Hiram ont pu aller de Tyr à » Aſiongaber ; il n'étoit pas à craindre que Pharaon roi d'Egypte » les troublât, d'autant que le roi Salomon, pour l'intérêt de » qui cette flotte s'équipoit, étoit ſon gendre, & que peut-être » il devoit lui revenir quelque tribut ſur les marchandiſes que » ces vaiſſeaux apporteroient.

» C'eſt donc ſans fondement que Vatable & Grotius ſe ſont » aviſés de dire, que c'étoit l'iſle de Tyr dans la mer Erythe- » rée, d'où Hiram avoit fait venir les vaiſſeaux qu'il fournit à » Salomon, comme ſi les Phéniciens avoient eu une flotte & » des ports dans une petite iſle qui n'étoit preſque pas connue.

Autre diſſertation ſur le même canal, lue à l'académie royale des ſciences par M. Deliſle, où il confirme ce qui précéde.

1072. Quoique cet extrait du diſcours de M. Huet ſoit des plus convainquant, je crois ne devoir pas négliger un ſurcroît de preuve, tiré de l'hiſtoire de l'académie royale des ſciences de l'année 1702, où M. de Fontenelle donne l'extrait d'un mémoire de M. Deliſle, le plus célebre géographe qui fut jamais, dont l'objet a été de prouver invinciblement l'ancienne exiſtence de ce canal, comme on en va juger.

» M. le comte de Pontchartrain ſe ſervant de ſon autorité » pour aider au progrès des ſciences, avoit envoyé en Egypte » des mémoires faits par M. Deliſle, qui marquoient ce qu'il » auroit ſouhaité qu'on eût fait pour rectifier la carte de ce pays- » là. Ces mémoires étoient accompagnés de recommandations » très-fortes aux conſuls & aux vice-conſuls ; ce fut en exécu- » tion des ordres de M. de Ponchartrain, que M. Boutier par- » courut tout le Delta, & en envoya à ce miniſtre une carte, » avec une petite relation qui l'expliquoit & l'éclairciſſoit. M. » Deliſle, à qui M. le comte de Pontchartrain avoit fait l'hon- » neur de renvoyer le tout, en parla à l'académie ; mais ce

» qu'il y a de plus remarquable dans cette carte, c'eſt un bout » de canal qui ſort du bras le plus oriental du Nil, & que M. » Deliſle jugea devoir être une partie de celui qui faiſoit autre- » fois la communication du Nil & de la méditérranée avec la » lamer Rouge.

» Comme cette ancienne communication que M. Deliſle » établiſſoit pour un fait indubitable, eſt ignorée aujourd'hui, » même deplusieurs ſçavans, on fut bien-aiſe de voir les preuves » qu'il en avoit; & il les donna ſi claires, & priſes, la plupart, » dans des lieux ſi connus, que toute la difficulté qui reſte, eſt » de ſçavoir comment tout le monde ne les a pas remarquées.

» Herodote, au ſecond livre, dit qu'il y avoit dans la plaine » d'Egypte un canal tiré du nil, un peu au-deſſus de la ville » de Bubaſte, & au-deſſous d'une montagne qui alloit du côté » de Memphis; que ce canal s'étendoit bien loin d'occident » en orient, qu'enſuite il rabattoit au midi & ſe rendoit dans la » mer Rouge; que Necus fils de Pſameticus avoit le premier » entrepris cet ouvrage, où ſix-vingt-mille hommes avoient » péri; qu'il l'avoit abandonné ſur la réponſe d'un oracle, mais » que Darius fils d'Hiſtaſpe l'avoit achevé; qu'il étoit de quatre » journées de navigation, & que deux galeres y pouvoient paſ- » ſer de front.

» Diodore en parle au premier livre de ſa bibliotheque, & » convient avec Herodote, hormis en ce qu'il fait laiſſer le » canal imparfait par Darius, à qui de très-mauvais ingénieurs » repréſenterent que la mer Rouge, plus haute que l'Egypte, » l'inonderoit, & en ce qu'il ne fait achever l'ouvrage que par » Ptolomée Philadelphe. Il ajoute qu'on avoit appellé ce ca- » nal, riviere de Ptolomée; que ce prince avoit fait bâtir à » ſon embouchure dans la mer Rouge, une ville qu'il avoit » nommée Arſinoé, du nom d'une ſœur qu'il aimoit, & que » l'on pouvoit ouvrir ou fermer le canal, ſelon qu'il étoit né- » ceſſaire pour la navigation.

» Strabon, liv. 17 de la géographie, s'accorde en tout avec » Diodore: il ne reſte qu'à concilier Herodote, qui fait achever » l'ouvrage par Darius, avec Strabon & Diodore qui n'en don- » nent l'honneur qu'à Ptolomée; mais il a pu arriver à un ou- » vrage de cette nature, dès qu'il a été achevé, un infinité d'in- » convéniens qui l'ont rendu inutile juſqu'à ce qu'on y ait fait » un nouveau travail.

» A la pointe du golfe qu'on appelle la mer Rouge étoient

» deux villes, Heroopolis & Arſinoé, qui, ſelon Strabon, a été » auſſi nommée par quelques-uns Cleopatris. Or le même Stra- » bon, en parlant de l'expédition que fit dans l'Arabie Ælius- » Gallus, le premier gouverneur de l'Egypte pour les Ro- » mains, dit que Gallus fit conſtruire des vaiſſeaux à Cleopatris » proche d'un ancien canal dérivé du Nil. Ailleurs il dit encore » qu'Heroopolis étoit ſur le Nil, & à l'extrémité de la mer Rouge.

» M. Deliſle a pouſſé ſes recherches juſques dans les auteurs » Arabes. Elmacin, liv. 1, chap. 3, dit que ſous le caliphe » Omar, vers l'an 635 de J. C. Amar fit faire un canal pour » tranſporter des bleds d'Egypte en Arabie; apparemment il ne » fit que renouveller l'ancien, dont la navigation pouvoit bien » avoir été négligée dans la décadence de l'empire Romain; « mais en l'année 150 de l'hégire, ce qui revient à l'an 775 de « J. C. Abugiaſar-Almanzor, ſecond caliphe des Abbaſſides, » fit boucher ce canal du côté de la mer. Si jamais on renouvel- « loit cette jonction, le monde changeroit de face; la Chine & » la France, par exemple, deviendroient voiſines, & l'on plain- » droit la deſtinée des ſiecles barbares, où les Européens » étoient obligés de faire le tour de l'Afrique pour aller en Aſie.

Extrait d'une lettre du pere Sicar, écrite du Caire, qui prouve encore la réalité de ce canal.

1073. Voici encore une nouvelle autorité fondée ſur le témoignage d'une lettre du pere Sicard, jéſuite, miſſionnaire en Egypte, ſi recommandable par l'exactitude de ſes obſervations, qui ſont reçues de toute l'Europe avec plus de confiance qu'on n'en a jamais eu pour aucun voyageur. Dans cette lettre écrite du Caire le 2 juin 1723, & qu'on trouve dans le ſeptieme tome des lettres édifiantes, le pere Sicard s'exprime de la ſorte.

» Comme je n'étois pas éloigné de la bourgade *Phacuſa* » dans le *Laloubie*, je crus devoir aller ſur les lieux, pour y vé- » rifier moi-même ce que j'avois lu dans *Strabon*, au ſujet de » cette bourgade. J'y trouvai en effet quelques indices incon- » teſtables de ce fameux canal, ouvrage de *Seſoſtris*, continué » par *Darius* & par *Ptolomée Philadelphe* : ce canal commen- » çoit au bourg *Phacuſa* ſur le Nil, & faiſoit une avantageuſe » communication des eaux de ce fleuve avec celles de la mer » Rouge.

M. Rollin, dans ſon hiſtoire ancienne, eſt d'accord avec les auteurs précédens. Extrait

1074. Enfin je crois ne pouvoir mieux terminer toutes ces autorités que par celle de M. Rollin, qui parle ainſi dans le premier tome de ſon hiſtoire ancienne.

« Le canal qui faiſoit la communication des deux mers, ſça- » voir, de la mer Rouge & de la Méditerranée, doit trouver ici

» ſa place, & n'eſt pas un des moindres avantages que le Nil pro- » curoit à l'Egypte. Ce canal commençoit aſſez près du Delta » vers la ville de Bubaſte; il avoit de largeur cent coudées » c'eſt-à-dire vingt-cinq toiſes, de ſorte que deux bâtimens pou- » voient y paſſer à l'aiſe; de profondeur autant qu'il en faut pour » porter les plus grands vaiſſeaux, & de longueur plus de mille » ſtades, c'eſt-à-dire plus de cinquante lieues. Ce canal étoit «d'une grande utilité pour le commerce; aujourd'hui il eſt » preſque entierement comblé, & à peine en reſte-t-il quelque » veſtige.

de ce qu'il dit à cet égard.

1075. Quoique le génie dominant des Romains fût celui de la guerre, & que le commerce ne les occupât que foiblement, parce que toutes les nations qu'ils s'étoient rendu tributaires, le faiſoient au profit de leurs vainqueurs, qui jouiſſoient par-là de ce que le monde entier produiſoit d'utile & d'agréable, ils ne laiſſerent pas de faire exécuter une grande quantité de magnifiques travaux pour le favoriſer. Combien de ports n'ont-ils pas bonifiés ſur toutes les côtes de leur empire, comme nous l'avons dit, article 643 & ſuivans! d'autres par leurs magnifiques ponts & chauſſées n'avoient pas moins pour objet d'accroître le commerce que de faciliter le paſſage des armées & le tranſport des munitions de guerre. Non contens d'avoir formé de grands chemins pour la communication de toutes les parties de leur vaſte empire, ils n'ont pas négligé non plus de rendre navigables la plupart des rivieres & de les joindre par des canaux, pour que les villes & territoires voiſins puſſent répandre leurs marchandiſes & denrées dans les provinces où elles manquoient, même juſqu'à la mer, & de la mer en quelque région que ce fût. Quelquefois auſſi les généraux d'armée faiſoient creuſer des canaux pour les tranſports des ſubſiſtances, ou pour ſervir de barriere contre leurs ennemis. *Bergier*, dans ſon *Hiſtoire des grands chemins de l'empire romain*, rapporte d'après les auteurs anciens, que les villes de Bologne, de Modene & de Padoue ont percé à leurs dépens de magnifiques canaux, & qu'il n'y avoit guere de bonnes villes des deux côtés du Pô qui ne les euſſent imitées. Mais cette navigation devoit être bien imparfaite lorſqu'il ſe trouvoit une grande différence dans le niveau des rivieres qu'on vouloit joindre; car comment pouvoient-ils ſoutenir les eaux à la hauteur néceſſaire au paſſage des bateaux, ſans le ſecours des écluſes, que les Romains ne connoiſſoient pas. Auſſi ſçait-on que c'eſt pour

Canaux conſtruits par les Romains.

en avoir ignoré l'uſage que pluſieurs grands projets de navigation, entrepris par les empereurs, ont échoué après des travaux immenſes exécutés en pure perte; s'ils ſont parvenus à en achever quelques-uns avec ſuccès, combien n'ont-ils pas coûté de tems, d'hommes & de dépenſes !

Canal de Marius conſtruit en Provence, pour faciliter la navigation de l'embouchure du Rhône.

1076. L'an de Rome 651, Caius-Marius alors conſul ayant été envoyé en Provence, à la tête d'une puiſſante armée, pour défendre cette province contre l'inondation des barbares ſortis du nord dans le deſſein de s'établir en Italie; ce général arrivé avant les Teutons, ſentant la difficulté de ſe ſoutenir contre leur multitude innombrable, chercha une poſition d'où il pût leur impoſer ſans ſe commettre. Il n'en trouva point de plus avantageuſe que de ſe retrancher dans l'iſle de la Camargue au-deſſous d'Arles, afin d'être à portée de tirer des ſubſiſtances par la mer en remontant le Rhône, tandis que les ennemis, qui ne tarderoient guere d'être privés de toutes reſſources, périroient par la famine; mais ayant conſidéré les difficultés de l'embouchure de ce fleuve, qui étoit dès lors très-défectueuſe, il prit le parti de creuſer un canal pour porter les eaux du Rhône de la rive gauche vis-à-vis ſon camp, dans un havre répondant au village de Fos, où les bâtimens abordoient alors; ce qui fit donner par la ſuite à ce canal le nom de *Foſſa-Mariana*, d'où l'armée romaine reçut en effet des vivres en abondance. Marius, après avoir totalement détruit l'armée des barbares, perfectionna la ſeconde embouchure qu'il venoit de donner au Rhône. Ce canal, dont on voit encore de foibles traces, & qui a rendu le nom de Marius ſi célebre dans le pays, a appartenu pendant pluſieurs ſiecles aux Marſeillois qui en retiroient un gros revenu, que le général leur avoit abandonné en récompenſe des ſecours qu'il en avoit reçus pendant cette guerre; mais faute d'avoir été entretenu, il s'eſt comblé par la ſuite des tems, de même que la communication de l'étang de Fos avec la mer. (*Hiſtoire romaine des RR. PP. Catrou & Rouillé.*)

Excellente politique des Romains d'occuper leurs ſoldats à creuſer des canaux dans les tems de

1077. Ce n'eſt pas ſeulement en Italie que les Romains ont ouvert des chemins nouveaux par des canaux; il y a peu de provinces dans leur empire, où ils n'en ayent fait; ce que les généraux d'armée exécutoient quelquefois autant pour occuper leurs troupes que pour le bien des pays où elles étoient dans le cas de reſter long-tems tranquilles.

Strabon, qui vivoit ſous Auguſte, & qui avoit voyagé en diverſes régions, pour y obſerver la ſituation des lieux & les coutumes

tumes des peuples, font mention de la France, comme du pays du monde où l'on rencontre un plus grand nombre de belles rivieres, qui pouvoient être rendues navigables & jointes par des canaux pour produire la communication des mers & occasionner un commerce des plus étendus. Est-il possible que des remarques aussi importantes n'ayent commencé à faire impression que sous le regne de Louis le Grand, à qui il étoit réservé de joindre la mer Méditerranée avec l'Océan, par le fameux canal qu'il a fait construire en Languedoc, bien plus propre à immortaliser la gloire de ce monarque que tous les trophées qu'on lui a érigés ? la vraie & solide gloire des souverains étant celle dont les sujets peuvent partager les avantages.

tranquillité. Exemple de ce qu'ils ont fait dans les Pays-Bas.

Du tems de Neron, les Romains avoient entrepris de joindre la mer de Provence avec celle d'Allemagne, par l'entremise du Rhône & du Rhin *. Il y avoit alors dans les Gaules deux grands capitaines qui commandoient à plusieurs légions ; savoir, Paulinus Pompeius, & Lucius-Vetus, lesquels ne voulant point laisser leurs soldats oisifs, jugerent convenable de les occuper utilement. Pompeius fit achever les digues ou levées que Darius avoit commencé soixante-trois ans auparavant pour les opposer aux débordemens de ce fleuve, lorsque voulant assurer ses conquêtes, il le joignit par un large & profond canal avec l'Issel, riviere des Provinces-Unies, qui se décharge dans le Zuider-Zée. Vetus de son côté entreprit de joindre par un canal la Saône à la Moselle, afin que les armées Romaines que l'on envoyoit dans la basse-Allemagne, fussent dispensées des fatigues du long trajet qu'elles avoient à faire par terre, parce qu'elles auroient été d'abord conduites par mer dans le Rhône & la Saône, de-là par un canal dans la Moselle & le Rhin, pour arriver fraîches & completes jusqu'à la mer d'Allemagne. Mais comme les entrepriſes les plus utiles sont presque toujours traversées par l'envie, Helius-Gracilis, qui commandoit dans la Gaule Belgique, & qui n'étoit pas des amis de Vetus, ayant pris ombrage de la gloire que ce dernier pouvoit retirer de ce beau dessein, employa tout le crédit qu'il avoit à la cour de l'empereur pour en empêcher la continuation.

On voit en Angleterre les vestiges d'un canal de navigation de quarante milles de longueur, fait par les Romains, qui servoit à joindre la riviere de Nyn, un peu au-dessous de Peterborough, avec celle de Withan, à trois milles au-dessous de Lin-

* Tacite, vie de Neron.

coln. Comme il n'a pas été entretenu, il eſt à préſent en partie comblé ; mais par ce qui en reſte, il paroît avoir été fort large & fort profond : on a lieu de croire qu'il a été fait ſous le regne de Domitien, à cauſe des médailles de cet empereur qu'on y trouve.

Charlemagne entreprend un canal pour joindre le Danube & le Rhin par l'entremiſe de deux autres rivieres.

1078. L'empereur Charlemagne étant à Ratisbonne *, où il faiſoit faire un pont ſur le Danube, pour aller dompter les Avarois, on lui inſpira le deſſein de faire un canal de communication du Rhin au Danube, par conſéquent de l'Océan à la mer Noire, en ſe ſervant de la riviere d'Almuts qui ſe décharge dans le Danube, & de celle de Redits qui ſe décharge dans le Mein, lequel va tomber dans le Rhin près de Mayence. Ce prince entreprit ce grand ouvrage, & l'auroit pouſſé à ſa perfection, s'il n'avoit été obligé de l'abandonner pour aller punir la révolte des Saxons, & remédier aux événemens fâcheux qui ſurvinrent en différens endroits de ſon empire; il eſt conſtant que rien n'eût été plus commode que cette communication, pour remplir ſes vaſtes deſſeins.

Deſcription abrégée du canal de la Chine. Extrait de l'hiſtoire des voyages de M. l'abbé Prevot.

1079. Vers la fin du troiſieme ſiecle, l'empereur Chi-t-fu, après avoir conquis toute la Chine & s'être rendu maître de la Tartarie occidentale, réſolut de fixer ſa demeure à Pekin, qui ſe trouvoit au centre de ſes vaſtes états. Mais les provinces voiſines n'étant point aſſez abondantes pour fournir la ſubſiſtance de ſa cour & de ſes nombreuſes armées, il prit le parti de faire creuſer le fameux canal de Yunlyangho qui traverſe l'empire du nord au ſud, ſur l'eſpace de trois cens lieues, joignant pluſieurs rivieres, depuis Canton juſqu'à Pekin ; il paſſe pour l'ouvrage le plus merveilleux qu'il y ait à la Chine, dont il eſt la ſource des richeſſes, étant continuellement couvert d'une multitude infinie de vaiſſeaux & de bateaux. Ainſi par le moyen des rivieres & des canaux, on peut voyager fort commodément de Pekin juſqu'aux dernieres extrêmités de l'empire, c'eſt-à-dire, l'eſpace de ſix cens lieues.

Les principaux canaux ſe déchargent des deux côtés dans un grand nombre d'autres qui répondent à la plupart des villes & bourgs, pour la commodité des voyageurs & le tranſport des denrées qu'elles ſe communiquent réciproquement ; ces petits canaux ſont ſubdiviſés enſuite en quantité de ruiſſeaux pour fertiliſer les plaines voiſines.

Toutes les relations des voyageurs parlent avec emphaſe de

* Mezerai, hiſtoire de France.

la magnificence & de la beauté des ponts de pierre qui ſont ſur le grand canal ; les piles ont ſi peu d'épaiſſeur, par la bonté des matériaux, que dans le lointain les arches, qui ſont fort élevées, paroiſſent comme ſuſpendues en l'air, & forment la perſpective du monde la plus agréable à voir, lorſqu'il ſe rencontre pluſieurs ponts de ſuite.

Inconvenient du canal de Chine, de n'avoir point de ſas à écluſes.

1080. Quoique les grands ouvrages qui ſont partie des canaux que l'on voit à la Chine ſoient, au dire des mêmes voyageurs, au-deſſus de tout ce qu'on rencontre en Europe, il paroît cependant par leur propre expoſé, que les Chinois n'ont point encore fait uſage des ſas pour paſſer les bateaux d'un canal à un autre lorſqu'il ſe rencontre des chûtes, & que ce qu'ils appellent écluſes, n'a rien de commun avec celles que nous employons en pareil cas, puiſque Magalhaens obſerve qu'il n'eſt pas facile de paſſer quelques-unes de ces écluſes. Les barques, dit-il, ſont tirées par quatre ou cinq cens bateliers, & quelquefois par un plus grand nombre, avec des cables & des cordes attachées à la proue, tandis que d'autres travaillent aux cabeſtans. Lorſque toutes les cordes ont été ſoigneuſement attachées, ils commencent à tirer avec beaucoup de meſure au ſon d'un baſſin, ſur lequel on bat d'abord lentement; mais auſſi-tôt que la barque eſt à demi levée au-deſſus du canal ſupérieur, le courant devenant beaucoup plus fort, on bat plus vîte ſur le baſſin, & les bateliers réuniſſant toutes leurs forces, pouſſent la barque & la font monter d'un ſeul coup; il ne reſte enſuite aucun péril, parce qu'elle ſe trouve en ſûreté dans l'eau dormante qui eſt entre le bord du canal & le milieu du courant. Il ajoute qu'il eſt plus aiſé de faire deſcendre les barques à ces chûtes que de les faire monter; c'eſt-à-dire, que l'opération eſt plus prompte, quoique plus dangereuſe.

Le pere Lecomte obſerve auſſi que dans quelques endroits où la diſpoſition du terrein n'a pas permis de former une communication entre deux canaux, on ne laiſſe pas de faire paſſer les barques de l'un à l'autre, quoiqu'il y ait plus de quinze pieds de hauteur à ſurmonter. A l'extrêmité du canal ſupérieur, on a conſtruit un double glacis ou un talud de pierre de taille; lorſque la barque arrive au bout du canal inférieur, elle eſt élevée avec le ſecours des cabeſtans juſqu'au ſommet du premier glacis, d'où ſon propre poids la fait gliſſer par le ſecond dans le canal ſupérieur, & on la fait deſcendre de même de celui-ci dans l'autre. Cet auteur a peine à comprendre comment

les barques Chinoiſes, qui ſont ordinairement fort longues & très-peſamment chargées, ne ſe briſent pas par le milieu, lorſqu'elles ſe trouvent comme ſuſpendues en l'air ſur l'angle des deux glacis; cependant il n'a point appris qu'il leur arrive le moindre accident. On ne trouve point de ces écluſes en glacis dans le grand canal, parce que les barques impériales, qui ſont auſſi grandes que nos frégates, ne pourroient être élevées à force de bras, ni garanties du malheur dont les autres paroiſſent menacées.

On trouve dans la relation du voyage de la Chine, par les révérends peres jéſuites que Louis XIV y envoya en 1685, en qualité de mathématiciens, que s'étant embarqués ſur un canal, ils furent obligés de paſſer entre deux digues de maçonnerie où les eaux couloient avec tant de rapidité que ſi ceux qui gouvernoient les bateaux les abandonnoient au courant, rien au monde ne pourroit les garantir d'être briſés en mille morceaux. Ces mêmes peres ayant expliqué aux mandarins qui les accompagnoient que l'on avoit en Europe une ſorte d'écluſes avec leſquelles on ménageoit les eaux aux endroits des chûtes, de façon à les paſſer auſſi ſûrement que s'il n'y en avoit point, ils en furent frappés, & marquerent par leur étonnement n'en avoir pas la moindre notion; d'où il eſt à préſumer que ſi l'on portoit à la Chine un modele de nos ſas à écluſe, il y ſeroit fort bien reçu, & cauſeroit autant d'admiration que les premieres montres que nos miſſionnaires ont préſenté à l'empereur.

CHAPITRE V.

Des principaux canaux exécutés en Europe par les modernes.

1081. CE n'eſt guere que ſous le regne de Henri IV que l'on a commencé en France à ſonger aux avantages que le commerce pouvoit tirer de la jonction des mers & des rivieres par les canaux, à l'exemple de ceux que les Hollandois & les Flamands perçoient alors pour la communication de leurs villes : car c'eſt dans ce tems-là que ces derniers firent celui de Bruxelles à Anvers, & quelque tems après cet autre ſi magnifique qui va d'Oſtende à Bruges. Le duc de Sully, ce grand miniſtre uniquement occupé du bien de l'état & de la gloire de ſon maître, conçut pluſieurs projets de cette eſpece, entr'autres celui de joindre la Seine à la Loire, par l'entremiſe de la riviere de Loing, & d'un canal d'onze lieues de longueur, qui fut entrepris quelques années avant la mort du roi, enſuite abandonné & repris par le cardinal de Richelieu, qui le fit conduire à ſa perfection. Il aboutit d'une part à la Loire proche Briare, dont il a retenu le nom ; de-là il paſſe par Châtillon & Montargis, & ſe joint à une demi lieue au-deſſus de cette ville à la riviere de Loing qui ſe jette dans la Seine à la hauteur de Moret. Les écluſes de ce canal, qui ſont vraiſemblablement les premieres qu'on a exécuté en France pour faire monter & deſcendre les bateaux aux endroits où il y a des chûtes, ſont nourries par les eaux de ſept étangs, qui répondent au point de partage, ſitué entre la Loire & la riviere de Loing : le fâcheux eſt que ces étangs ne fourniſſent point dans les tems de ſéchereſſe aſſez d'eau pour une navigation réguliere ; ce qui fait qu'on n'a pas tiré de ce canal tout l'avantage qu'on s'en étoit promis.

Canaux exécutés en Flandres, & commencés en France ſous le regne de Henri le Grand.

Cependant comme la jonction de la Loire à la Seine étoit d'une extrême importance pour Paris, Louis le Grand accorda à M. le duc d'Orleans, ſon frere, le privilege de faire à ſon profit un autre canal qui fut achevé en 1690, ſous le nom de canal d'Orleans, parce qu'il a ſon embouchure avec la Loire, un peu au-deſſus de la ville de ce nom, proche le pont aux Moi-

nes ; de-là il s'étend ſur la longueur d'environ ſeize lieues, & ſe joint à celui de Briare proche Montargis. Depuis lors M. le duc d'Orleans, régent de France, pendant la minorité de Louis XV, informé que dans le tems des ſéchereſſes la riviere de Loing étoit fort baſſe, la fit côtoyer par un nouveau canal qui eſt, à le bien prendre, une prolongation du précédent, depuis Cepoi, au-deſſous de Montargis, juſqu'à Moret. Ce canal achevé en 1724, nourri des eaux de la riviere même, qui ſe trouvent ménagées par les écluſes, fait que la navigation de la Seine à la Loire, priſe près d'Orleans, eſt préſentement auſſi bonne qu'on peut le deſirer.

En l'année 1626, Eliſabeth Eugenie, ſœur de Philippe II, gouvernante des Pays-Bas, fit faire le fameux canal de Sainte-Marie, qui joint le Rhin & la Meuſe, en s'étendant depuis Rhinberg juſqu'à Vanlo, afin de tranſporter par-là dans le Brabant, toutes les marchandiſes qui viennent d'Allemagne, & en ôter le commerce aux Hollandois *. Spinola & le comte de Berg qui en avoient la conduite, prévoyant que ce canal ne manqueroit pas de cauſer beaucoup d'ombrage aux ennemis, firent faire vingt-quatre redoutes, placées à une juſte diſtance les unes des autres, & bien gardées, pour ſoutenir les travailleurs au cas qu'on voulût les inquiéter. En effet, le prince d'Orange vint pluſieurs fois attaquer ces redoutes avec des ſuccès différens; mais malgré tous ſes efforts il ne put empêcher que ce canal ne fût mis dans ſa perfection.

Ce ſeroit trop entreprendre que de vouloir faire mention de tous les canaux qui furent faits aux Pays-Bas, dans le courant du dernier ſiecle; c'eſt pourquoi je ne m'y arrêterai pas davantage, pour ne parler que de ceux qu'on a exécutés & projettés en France, dans le deſſein de joindre la Méditerranée avec l'Océan. On prétend que l'empereur Charlemagne eſt le premier qui en a ſenti toute l'utilité, & qu'enſuite François I ſongea à l'exécuter; mais comment en fût-on venu à bout, dans un tems où les ſas à écluſes n'étoient point encore d'uſage? Auſſi paroît-il que ce n'eſt que ſous le regne de Henri IV qu'on y a penſé ſérieuſement, ſur les repréſentations du cardinal de Joyeuſe, qui avoit conçu, étant archevêque de Narbonne, que cette grande entrepriſe pouvoit avoir lieu plus ſûrement par le Languedoc que par aucune autre province du royaume. Pour s'en aſſurer, le connétable de Montmorenci, qui en étoit gouverneur, fit

* *Strada, guerres de Flandres.*

exactement visiter les lieux par où le canal pouvoit être conduit, sans que ce projet eût d'autre suite. Sous le regne suivant, le cardinal de Richelieu l'auroit entrepris en 1632, si les troubles survenus en Languedoc n'y avoient mis obstacle.

Anecdotes sur ce qui a précédé la construction du canal du Languedoc, commencé en 1666, & achevé en 1681.

1082. De tous les grands travaux qui ont été exécutés sous le regne glorieux de Louis XIV, il n'y en a point eu de plus utile, de plus magnifique, ni qui fasse plus d'honneur à l'esprit humain, que le canal de la jonction des deux mers par le Languedoc. En effet, y a-t-il rien dans le monde de plus digne d'admiration que de voir des bâtimens passer d'une mer à l'autre, en parcourant une partie de pays, élevés de six cens pieds au-dessus du port d'où ils sont partis, & de les voir descendre avec autant de facilité qu'ils y sont montés. Quoique le dessein d'une entreprise aussi hardie eût déja été conçu sous les regnes précédens, M. Riquet n'a pas moins eu le mérite de mettre son projet en état de ne laisser aucun doute sur l'infaillibilité du succès, & d'être parvenu sous la protection de M. Colbert (qui fut frappé de la supériorité de son génie) à surmonter les obstacles que lui ont opposés ceux dont les intérêts personnels l'emportoient sur le bien général, comme cela n'arrive que trop souvent.

Cependant ce canal, qui a coûté quatorze millions, fût peut-être encore resté sans exécution, faute de compagnies assez puissantes pour l'entreprendre, parce qu'elles n'y auroient point trouvé à beaucoup près l'intérêt de leurs avances, si sur les vives représentations de M. Colbert, le roi n'en avoit fait la dépense par moitié avec la province du Languedoc. Ce monarque, pour marquer encore mieux sa magnificence, en attribua à perpétuité sans aucune réserve le fonds, le très-fonds, & les revenus à M. Riquet, ainsi qu'à ses descendans, à la seule charge de l'entretenir en bon état. D'un autre côté, Messieurs les Etats du Languedoc y contribuerent avec zele, vu que les deniers qu'ils leveroient pour cela sur la province se dépenseroient chez elle, & que cette levée, qui ne devoit durer qu'un certain tems, l'enrichiroit de plus en plus, par la facilité que le canal donneroit au débit de ses denrées, joint à l'avantage de faire venir d'ailleurs celles dont elle pourroit manquer; l'événement a confirmé les vues d'une aussi sage politique.

Les oppositions qu'avoit éprouvé M. Riquet de la part des seigneurs & communautés à qui appartenoit le terrein par lequel le canal devoit passer, ayant fait connoître à M. Colbert

que les contradictions ne manqueroient pas de s'accroître lorſqu'on en viendroit à l'exécution, il penſa que le ſeul moyen de les éluder étoit d'engager le roi de prendre ſur ſon compte d'indemniſer tous ceux qui appréhendoient d'être léſés, à quoi ſa majeſté conſentit volontiers; & voulant manifeſter de la maniere la plus authentique qu'elle prenoit le canal ſous ſa protection, elle s'eſt expliquée en ces termes, en parlant de M. Riquet, dans l'édit qu'elle rendit à cette occaſion au mois d'octobre 1666.

Louis XIV achete le terrein par où devoit paſſer le canal de Languedoc, l'érige en fief & en donne la propriété à M. Riquet & à ſes deſcendans, pour le récompenſer.

1083. « Pour que l'entrepreneur puiſſe prendre toutes les terres & héritages néceſſaires à la conſtruction dudit canal, enſemble toutes les rigoles de dérivation, magaſins de réſerve, bords, chauſſées, écluſes, leſquelles terres & héritages ſeront par nous payés aux particuliers propiétaires, ſuivant l'eſtimation qui en ſera faite par experts, qui ſeront nommés par les commiſſaires par nous députés. Seront pareillement les ſeigneurs particuliers des fiefs & juſtices, dans le reſſort deſquels leſdites terres & héritages ſeront ſitués, par nous indemniſés des droits de juſtice & mouvance, & autres droits ſeigneuriaux qui leur appartiendront ſur leſdites terres & héritages, comme auſſi de toute autre redevance: quoi faiſant leſdites terres & héritages ſeront à perpétuité diſtraits de leur fief & juriſdiction pour en compoſer un fief: & à cet effet nous avons créé & érigé par les préſentes, créons & érigeons en plein fief, avec toutes juſtices, hautes, moyennes, baſſes & mixtes, ledit canal de communication, ſans en rien réſerver ni excepter; relevant ledit fief & ſes dépendances immédiatement de notre couronne, ſous la foi & hommage d'un louis d'or, qui ſera payé à chaque mutation, ès mains du tréſorier de notre domaine, en la ſénéchauſſée de Carcaſſone ».

On voit par cette marque ſinguliere de la bonté de ce grand roi, qu'il crut ne pouvoir trop récompenſer les peines & les dépenſes qu'avoit cauſé à M. Riquet un projet auſſi ſavamment dirigé; il ſentit que c'étoit agir pour ſa propre gloire, que de donner un exemple mémorable du cas qu'il faiſoit des talens de ceux qui concouroient au bien de ſon état, en contribuant à l'accroiſſement du commerce. En effet, il ne faut pas croire que les entrepriſes de la nature de celle-ci, puiſſent jamais avoir une heureuſe fin, à moins que le ſouverain ne ſe les rende propres, en ſe chargeant de la totalité, ou de la plus grande partie de la dépenſe.

Sa majesté donna à M. le chevalier de Clairville, le plus célebre ingénieur qu'il y eût alors en France, la direction des travaux qu'il falloit faire pour conduire le canal à sa perfection, & à M. Riquet la qualité d'entrepreneur général. Après que ces messieurs eurent fait de concert le devis d'un projet aussi vaste, tout se mit en mouvement pour son exécution, & la premiere pierre fut posée le 29 juillet 1666, avec beaucoup de solemnité, au port de Cette, qui devoit faire la tête de ce superbe canal, ou son débouché dans la Méditerranée, & dans le mois de mai 1681, la communication des deux mers fut entierement achevée, au bout de quinze ans de travail; mais par une fatalité assez ordinaire aux auteurs des grandes entreprises, qui est de n'avoir pas la satisfaction de jouir de leur succès, M. Riquet fut privé de celle de voir faire le premier essai de son canal, étant mort en 1680. Cet avantage étoit réservé à messieurs de Bonrepaus, & le comte de Caraman, ses dignes fils; le premier, président à mortier au Parlement de Toulouse; & le second, lieutenant général des armées du roi, grande-croix de l'ordre de saint Louis.

Ce seroit trop embrasser que de vouloir donner une description détaillée du canal de Languedoc, nommé aussi canal royal, vu l'immensité des merveilleux travaux qu'on y trouve, & qui exigeroit une étendue de discours que la briéveté où je suis contraint de renfermer ce chapitre, ne me permet point d'entreprendre. Cependant je ferai en sorte d'en dire assez pour en faire concevoir la magnificence, sur-tout si l'on a sous les yeux la grande carte de ce canal, qui a été mise au jour par le sieur Nolin, géographe.

1084. On divise ce canal en deux parties principales, en partant du point de partage, qui est le lieu le plus élevé, dans le voisinage de Castelnaudari; l'une, qui descend du côté de la Méditerranée, sur l'étendue de quatre-vingt-seize mille trois cens-quinze toises, a son embouchure dans l'étang de Thau auprès d'Agde, pour de-là passer au port de Cette; l'autre, qui comprend vingt-neuf mille trois cens soixante-six toises de longueur, descend depuis le même point de partage, du côté de l'Océan, jusqu'à son embouchure dans la Garonne, au dessous de Toulouse; ainsi, entre ses deux embouchures ce canal comprend cent vingt-cinq mille six cent quatre-vingt une toises, qui font cinquante lieues & demie, chacune de deux mille cinq cens toises.

Etendue des deux parties du canal, l'une du côté de la Méditerranée, & l'autre du côté de l'Océan. Elévation du point de partage au-dessus des débouchés du canal pris près d'Agde & de Toulouse.

Après un nivellement fort exact du terrein compris entre les

mêmes embouchures, on trouva que le point de partage étoit élévé de cent toiſes au-deſſus de l'étang de Thau, de niveau avec la Méditérrannée, & de trente-une toiſes au-deſſus de la hauteur moyenne des eaux de la Garonne, priſe immédiatement au-deſſous de Toulouſe. On fut confirmé qu'en effet le lieu que l'on avoit choiſi pour le point de partage de la diſtribution des eaux pour la nourriture du canal, étoit le plus élevé, par une fontaine qui s'y rencontra, & dont les eaux ayant été partagées pour s'écouler par deux chemins oppoſés, l'une deſcendit vers l'Océan, & l'autre vers la Méditérrannée.

Nombre des écluſes conſtruites pour paſſer d'une mer à l'autre. Néceſſité de prolonger le canal royal depuis Toulouſe juſqu'à Meſſac.

1085. Pour que les bâtimens marchands puſſent paſſer du port de Cette au point de partage, on a fait ſoixante-quatorze écluſes avec des ſas d'environ huit pieds de chûte, & vingt-ſix autres écluſes pour deſcendre du même point dans la Garonne, qui eſt navigable depuis Toulouſe juſqu'à ſon embouchure dans l'Océan; ainſi ce canal comprend cent grandes écluſes. Cependant comme dans le tems des ſéchereſſes, les eaux de ce fleuve deviennent fort baſſes en-deçà de Meſſac, on prétend qu'il auroit été très-utile de continuer le canal juſqu'à ce terme, pour rendre la navigation plus aiſée, parce que depuis la jonction du Tarn, la Garonne ne laiſſe plus rien à deſirer juſqu'à la mer. On ne trouveroit aucun inconvénient à exécuter cette prolongation, qui ne coûteroit environ qu'un million, parce que le terrein eſt uni, de bonne qualité, & que cette partie du canal tireroit ſes eaux de la Garonne même. On trouve encore à redire de ce qu'en traçant le canal royal, on ne l'a point fait paſſer tout près de Carcaſſonne & de Beziers, comme cela ſe pouvoit, pour l'avantage du commerce de ces deux villes.

Merveilleux effets de huit ſas accollés près de Beziers, où les bateaux montent ou deſcendent une chûte de ſoixante-ſix pieds de hauteur. Autre bel effet de l'écluſe ronde & du percé de la montagne de Malpas.

1086. De ces cent écluſes, celles qui font le plus bel effet à la vue ſont les huit ſas accollés, que l'on voit proche Beziers, qui forment une caſcade de cent cinquante-ſix toiſes de longueur ſur ſoixante-ſix pieds de pente, diviſée en huit chûtes, chacune de huit pieds trois pouces de hauteur. Mais ce que l'on admire le plus, eſt la piece que l'on nomme l'*écluſe ronde*, qui eſt un ſas circulaire commun à trois branches du canal, ayant leurs écluſes particulieres répondant au même ſas, pour faciliter le paſſage des bateaux de l'une à l'autre de ces branches, à quelque hauteur que ſoient leurs eaux, comme nous l'expliquerons plus particulierement dans le huitieme chapitre, où l'on trouvera rapportés pour exemple les plus beaux morceaux de ce canal.

Comme ſur un trajet de cinquante lieues, on ne pouvoit manquer de rencontrer des montagnes que le canal devoit néceſſairement traverſer, on les a toutes coupées, excepté celle de Malpas, qui s'étant trouvée fort élevée & compoſée de rochers, on a eſtimé que le parti le moins diſpendieux, étoit de la percer en forme de voûte, pour y faire paſſer le canal par-deſſous ſur la longueur de cent vingt toiſes, avec une banquette de quatre pieds du côté du tirage. Ce travail paſſe pour quelque choſe de prodigieux & digne des anciens Romains.

Deſcription du baſſin de Norouſe, qui ſervoit autrefois de point de partage, auquel M. le maréchal de Vauban en a ſubſtitué un autre plus avantageux.

1087. La largeur moyenne du canal eſt de dix toiſes, priſes à la hauteur du niveau des eaux, qui ont ſix pieds de profondeur, ſur cinq toiſes de largeur de lit. On a fait au point de partage un grand baſſin de figure octogone, ayant deux cent toiſes de long ſur cent cinquante de large, contenant ſept pieds de profondeur d'eau, ſon pourtour revêtu de pierre de taille. Ce baſſin nommé de *Norouſe*, recevoit autrefois comme en dépôt, les eaux du réſervoir de S. Farriol, qui fournit à la dépenſe des écluſes : mais ce baſſin s'étant trouvé enſablé vingt ans après ſa conſtruction, M. le maréchal de Vauban jugea à propos de ne le plus faire traverſer par les bateaux, parce que dans un gros tems ils avoient trop à ſouffrir de la part des vagues qui en rendoient le paſſage dangereux. C'eſt pourquoi au lieu de faire curer ce baſſin, il a mieux aimé conſtruire un bout de canal qui le contourne du côté du ſud, depuis l'écluſe nommée *du Médecin*, juſqu'à celle de *Montferrand*, dont l'intervalle, qui contient une quantité d'eau incomparablement plus grande que ne faiſoit le baſſin de *Norouſe*, ſert aujourd'hui de point de partage. Par ce moyen la navigation eſt devenue plus prompte, vu la ſuppreſſion des deux écluſes que le baſſin de Norouſe avoit à ſes extrêmités, dont la manœuvre demandoit un tems en pure perte, parce que les deux précédentes n'en exiſtoient pas moins.

Deſcription du réſervoir de de S. Fariol, qui reçoit les eaux de la montagne Noire, & comment elles paſſent de ce réſervoir au point de partage.

1088. Avant M. Riquet, la principale difficulté qui avoit fait regarder la jonction des deux mers comme un projet d'un ſuccès fort incertain, étoit de pouvoir faire paſſer aſſez d'eau au point de partage pour fournir à une navigation continuelle ſur une auſſi grande étendue que celle de cinquante lieues, malgré les pertes qui ſe feroient par les portes des écluſes, les tranſpirations, & les évaporations, parce qu'autrement le reſte du projet tomboit de lui-même. Auſſi eſt-ce en cela que M. Riquet a le plus manifeſté les grandes reſſources que lui a fourni la ſupériorité de ſon génie, y étant parvenu d'une maniere à ne rien laiſſer d'incer-

tain ſur un article auſſi eſſentiel, moyennant le réſervoir de S. *Fariol*, le plus grand & le plus magnifique ouvrage qui ait été exécuté par les modernes.

Ce réſervoir eſt pratiqué dans un vallon où coule la riviere de *Laudot*, entre deux montagnes que l'on a joint, du côté le plus bas, par une forte digue de trois cent ſoixante-quatorze toiſes de longueur, pour ſoutenir les eaux ſur l'étendue d'environ cent trente arpens de ſuperficie & de cent pieds de hauteur dans la partie la plus profonde, qui donne un million de toiſes cubes d'eau. Elles ſont raſſemblées par une rigole de ſix grandes lieues de longueur, nommée *rigole de la montagne*, par ce qu'elle reçoit ce que fourniſſent pluſieurs petites rivieres & ruiſſeaux qui partent de la montagne Noire, & que d'ailleurs elle paſſe par un acqueduc de ſoixante toiſes de longueur ſous la montagne d'*Eſcamaze*, qui a été percée à cette occaſion.

Les eaux de ce réſervoir ſe lâchent par de gros robinets de cuivre placés au fond, c'eſt-à-dire à cent pieds au-deſſous de leur ſuperficie : on y communique par des galeries voûtées, pratiquées dans l'épaiſſeur de la digue. Ces eaux viennent ſe rendre dans l'ancien lit de la riviere de Laudot, qui les conduit près de l'endroit nommé *Pont de Crouſſel*, au-deſſous de *Revel*, ou elles ſont reçues, ainſi que celles de la petite riviere de *Sort*, dans la rigole nommée de *la Plaine*, ayant huit lieues de longueur, qui les conduit juſques dans le baſſin de Norouſe, d'où elles ſortent par des épanchoirs pour ſe rendre dans le bout de canal qui fait aujourd'hui le point de partage, après avoir parcouru plus de quatorze lieues de pays, depuis la montagne Noire.

Des aqueducs-ponts, ſur leſquels paſſe le canal, & des autres aqueducs à ſiphon, qui paſſent deſſous le même canal, pour empêcher qu'il ne ſe comble par le limon que charrient les eaux étrangeres.

1089. Comme dans le tems de la conſtruction du canal royal, il a fallu traverſer un grand nombre de rivieres & de ruiſſeaux qui ſe ſont rencontrés ſur ſon paſſage, on ne trouva point alors d'autre expédient que de les y faire entrer & de ménager des déverſoirs de ſuperficie pour leur écoulement, afin de maintenir toujours les eaux à une profondeur convenable à la navigation ; bien loin de regarder ces eaux étrangeres comme incommodes, elles furent conſidérées au contraire propres à remplacer celles qu'on devoit s'attendre de perdre par les évaporations. Au bout de quelques années on reconnut l'erreur où l'on étoit tombé à cet égard, parce que le limon qu'elles dépoſoient dans le canal, en élevoit le fond avec tant de progrès, qu'on eut lieu d'appréhender qu'il ne reſtât pas long-tems navigable : ce

qui fut arrivé en effet, ſi M. le maréchal de Vauban n'avoit trouvé le moyen de ſéparer les eaux étrangeres de celles qui étoient propres au canal, afin de n'en laiſſer entrer que la quantité que l'on voudroit, & quand on le voudroit : c'eſt à quoi il eſt parvenu par les contrefoſſés qu'il fit creuſer, & les aqueducs de maçonnerie dont il donna les deſſeins. On en rencontre quarante-cinq qui ſont de deux eſpeces ; la premiere en comprend ſix que l'on nomme aqueduc-ponts : ils ſont elevés par arcades au-deſſus deſquelles paſſe le canal, pour laiſſer aux rivieres qui le traverſent la liberté de couler par-deſſous. Les plus beaux ſont ceux de *Repude*, de *Ceſſe*, de *Trebes* ou de *Treboul* ; les trente-neuf autres qui compoſent la ſeconde eſpece, & qui ſont faits en *ſiphon*, paſſent d'un contrefoſſé à l'autre, ſous le lit du canal, pour l'écoulement des eaux : on a fait en même tems des petites écluſes pour mettre à ſec les parties du canal qui ſe trouveroient dans le cas d'avoir beſoin d'être réparées. Enfin l'on peut dire que M. le maréchal de Vauban a eu la gloire de mettre ce fameux canal dans la perfection où il eſt aujourd'hui ; canal que toutes les nations regardent comme au-deſſus de ce qu'a jamais préſenté l'architecture hydraulique, & qui fait le bonheur d'une des plus belles provinces de France, qui voit paſſer chez elle & tranſporter des marchandiſes de l'une à l'autre mer, en évitant le grand circuit des côtes d'Eſpagne par le détroit de Gibraltar, ſans parler de la traite des bleds & des vins que le haut & bas Languedoc ſe communiquent réciproquement, ni de l'argent que les étrangers qui ſe ſervent de cette voie, laiſſent dans le pays.

1090. Outre ce canal il y en a encore divers autres en Languedoc, qui communiquent aux villes voiſines de la mer ; celui de *Grave* eſt navigable juſqu'à Montpellier, & communique aux étangs & à la mer par la riviere de *Lez* ; celui de *Lunel* aboutit pareillement aux étangs ; ceux de la *Radelle*, de *Bourgogne* & *de Silveſtal*, communiquent d'*Aiguemorte* au Rhône, aux étangs & à la mer. Le canal de la *Nouvelle* traverſe les étangs de *Salces*, de la *Palme*, de *Sigeau*, depuis le voiſinage de Perpignan juſqu'à Narbonne, d'où il eſt continué par la riviere d'*Aude* à une lieue du grand canal. Ainſi ces différens canaux facilitent la communication depuis l'embouchure du Rhône juſqu'à Perpignan & à l'Océan, ſans que les marchandiſes courent les riſques de la mer.

Dénombrement de pluſieurs autres canaux faits en Languedoc, depuis la conſtruction de celui de la jonction des deux mers.

1091. De tous les canaux de navigation qu'on voit en France,

L'auteur eſt choiſi pour arbitre des intérêts reſpectifs de la compagnie du canal de Picardie, & des entrepreneurs qui l'ont exécuté.

il n'y en a point dont j'aye été à portée de prendre une connoiſſance plus exacte que de celui qu'on a fait en Picardie pour joindre les rivieres de *Somme* & d'*Oiſe*; l'ouvrage s'étant fait ſous mes yeux pendant que j'étois réſident à *la Fere*, où demeuroient auſſi les ingénieurs qui ont eu la conduite de ce canal. Il eſt même arrivé après ſon exécution, que la compagnie qui en a fait la dépenſe, & les entrepreneurs des travaux ayant eu enſemble de grandes conteſtations au ſujet de leurs intérêts réciproques, m'ont choiſi pour arbitre d'un commun conſentement, par un compromis paſſé entr'eux le 3 octobre 1735, où ils s'engagent de ſe ſoumettre à la ſentence arbitrale que je rendrai à cette occaſion, laquelle a été enſuite homologuée au parlement de Paris, pour la rendre irrévocable. Comme la compagnie avoit évalué à 200000 liv. les réparations auxſquelles elle vouloit obliger les entrepreneurs, & que ceux-ci de leur côté répétoient 600000 liv. d'indemnités au ſujet des dépenſes occaſionnées par des cas imprévus, dont ils ne prétendoient point être tenus par leur marché, il a fallu, pour me mettre en état de faire droit avec connoiſſance de cauſe, entrer dans le détail le plus ſcrupuleux de la conſtruction des *digues*, *écluſes*, *aqueducs*, *déverſoirs & ponts*, en un mot de tous les travaux de ce canal, relativement au devis & marché; ce qui m'a donné occaſion de m'inſtruire à fond, non-ſeulement de ce qui avoit été bien ou mal exécuté, mais auſſi de ce qu'on auroit dû faire pour une plus grande perfection. Comme c'eſt d'après ce travail, qui m'a occupé fort long-tems, que j'ai compoſé les chapitres qui ſuivent celui-ci, ſur la conſtruction des canaux de navigation en général, où je cite ſouvent celui de Picardie, il m'a paru néceſſaire de faire mention de ces particularités que j'aurai quelquefois lieu de rappeller.

Expoſé des avantages que l'on tireroit du canal de Picardie, s'il étoit entiérement achevé.

1092. Si le projet du canal de Picardie étoit exécuté en ſon entier, que ne devroit-on point attendre du grand commerce qu'il occaſionneroit, au moyen du *paſſe-debout* pour Paris, ſans payer aucun droit, qu'il a plû au roi d'accorder par le quinzieme article de ſon édit du mois de ſeptembre 1724, portant permiſſion de faire ce canal? Il eſt aiſé d'en juger par les rivieres & canaux qui s'y joindroient, & le dénombrement des provinces qui en ſont voiſines.

La riviere de *Somme* prend ſa ſource au-deſſus de *Saint-Quentin*, paſſe par cette ville, enſuite à *Ham*, *Peronne*, *Brai*, *Corbie*, *Amiens*, *Pequigni*, *Abbeville* & *S. Valery*, où eſt ſon

embouchure à la mer. Les provinces voiſines de cette riviere ſont le *Ponthieu*, le *Vimeux*, le *Boulonois*, le *pays conquis*, la *Flandres*, l'*Artois*, le *Cambreſis*, & le *Hainault*. Tout le commerce de ces provinces ſe fait par les différens canaux qui répondent aux rivieres de la *Marque*, de la *Scarpe*, de la *Lys*, de la *Deuille* & de l'*Eſcaut* qui paſſe à *Cambray*, diſtant ſeulement de ſept lieues de *Saint-Quentin*.

La riviere d'*Oiſe*, dont la ſource eſt en Thierache, paſſe par *Guiſe*, la *Fere*, *Chauny*, *Noyon*, *Compiegne* (où elle reçoit la riviere d'*Aiſne*), *Creil*, *Beaumont*, *Pontoiſe*, & ſe décharge dans la *Seine* au-deſſus de *Conflans-Saint-Honorine*. Ces rivieres arroſent la *Picardie*, le *Thierache*, le *Soiſſonnois*, une partie de la *Champagne* & de l'Iſle de France.

La riviere de Seine, en la prenant au-deſſus de l'endroit où l'Oiſe ſe joint à elle (à cinq lieues de Paris) reçoit au-deſſous de Charenton la riviere de *Marne*, & en la remontant encore, on trouve à Moret le canal de *Loing*, qui en fait la communication avec la riviere de Loire, par les canaux de Briare & d'Orléans ; & à Montereau elle reçoit auſſi la riviere d'Yonne.

Ce ſont ces rivieres & ces canaux qui abreuvent le *Soiſſonnois*, l'*Iſle de France*, le *Pariſis*, la *Champagne*, la *Brie*, la *Bourgogne*, l'*Orléanois*, l'*Anjou*, la *Bretagne*, le *Berry*, le *Nivernois*, le *Bourbonnois*, l'*Auvergne*, le *Lyonnois*, le *Forez*, la *Provence*, le *Dauphiné*, & généralement toutes les provinces qui ſont à portée de la *Seine*, de l'*Allier* & du *Rhône*, n'y ayant que douze lieues de Lyon à Roanne où ſe font les embarquemens ſur la riviere de Loire, des marchandiſes qui viennent des provinces ci-deſſus & de la Méditerranée, pour être tranſportées à Paris.

On voit donc que la jonction de la *Somme* & de l'*Oiſe* fait la communication de ces rivieres, facilite le commerce de toutes les villes & provinces au-deſſus & au-deſſous, & qu'au moyen de la navigation qui peut s'établir depuis l'embouchure de la Somme dans la mer, à S. Vallery, juſqu'à Paris & Rouen, il y aura une communication très-commode de la Manche avec la Méditerrannée.

Ce projet eſt diviſé en deux parties, dont la premiere, qui eſt achevée, regarde la jonction des rivieres de Somme &

1093. Tout le projet a été diviſé en deux parties ; la premiere, qui eſt entierement achevée, regarde la communication de la riviere d'Oiſe, priſe à Chauny, avec celle de Somme, en la remontant juſqu'à S. Quentin ; la ſeconde, qui reſte à faire & dont la dépenſe eſt eſtimée à 2500000 livres, a pour objet de rendre cette même riviere navigable par un canal qui la cô-

d'Oise ; & la seconde, qui reste à faire, consiste à rendre la Somme navigable jusqu'à Amiens. PL. XLIII.

toiera depuis le village de Saint-Simon, où est le point de partage, jusqu'à Amiens, parce que de cette ville elle est navigable jusqu'à S. Vallery. Je vais ne m'attacher qu'à expliquer ce qui appartient à la premiere de ces parties, dont il sera aisé de prendre connoissance, moyennant la carte que nous en avons rapportée sur la planche XLIII, laissant à juger de ce qui intéresse la seconde par la lecture du beau devis qu'en ont dressé en 1731 messieurs de Charbise & Préfontaine, ingénieurs du roi, conjointement avec messieurs Oudart & Baligant, inspecteurs des travaux de la premiere partie, dont tous quatre se sont acquittés avec le succès qu'on avoit lieu d'attendre de leur capacité & de leur longue expérience. Ce devis, dont la lecture est des plus instructives, & qui est accompagné d'une carte fort exacte, a été imprimé en 1732, à Paris, chez Pierre Simon, rue de la Harpe, à l'Hercule.

Etablissement du point de partage pour les deux parties du canal,

1094. Après s'être assuré que les eaux des étangs qui sont dans le voisinage de S. Quentin, se trouvant réunies au réservoir d'*Arthen* proche *S. Simon*, où le point de partage fut fixé, seroient plus que suffisantes pour la nourriture des deux branches du canal dans le cas de la plus fréquente navigation qui pourroit jamais se faire par les rivieres de Somme & d'Oise, on fit un nivellement pour juger de la pente du terrein, & on trouva que le point de partage seroit élevé d'environ soixante-neuf pieds au-dessus des moyennes eaux de la rivieres d'Oise, prise à son entrée à Chauny, en-deçà de son ancienne écluse, & qu'il y avoit cent pieds de pente depuis le même point de partage jusqu'au niveau des eaux de la Somme, prise à Amiens.

Pour établir la navigation depuis S. Quentin jusqu'au bassin triangulaire, près de S. Simon, où devoient répondre les deux branches du canal, on en creusa un bout d'environ deux lieues & demie, qui côtoie la rive droite de la Somme, dont on a soutenu les eaux par un sas à écluse de neuf pieds de chûte, placé entre le village d'Hapencourt, & celui de Seraucourt, où ce bout de canal rentre dans la Somme, que l'on a rendu navigable jusques près d'Arthen, sur la longueur d'environ neuf cens toises; ensuite l'on a continué le canal pour joindre le bassin précédent. On est parti de-là pour la branche qui va joindre l'Oise en passant d'abord par les marais de Cama, que l'on a franchi fort heureusement dans un tems de sécheresse, moyennant une rigole pour l'écoulement des eaux. De Cama, le canal a été conduit au travers de la montagne de Jussi qui s'est trouvée élevée

vée de quarante-ſept pieds au-deſſus de la profondeur qu'il devoit avoir dans cette partie ; mais pour éviter la dépenſe qu'auroit cauſée une auſſi grande profondeur de fouille ſur plus de mille toiſes de longueur, & en même tems ne s'approfondir que le moins que l'on pourroit dans le marais précédent, on a trouvé le moyen de tenir le fond du réſervoir d'Arthen de ſix pieds plus élevé qu'il ne devoit être naturellement, par conſéquent de n'avoir plus que quarante-un pieds de profondeur de fouille à faire dans cette montagne.

Digreſſion ſur la montagne de Juſſi, à l'occaſion d'un cas intéreſſant.

1095. Cet expédient, qui eſt digne de remarque, a été d'autant plus heureuſement imaginé que tout le ſein de la même montagne s'eſt trouvé compoſé de pierre blanche fort dure, qui ne s'eſt manifeſtée qu'après avoir approfondi de quatre pieds ſeulement, parce qu'avant que de dreſſer les devis & marchés, on n'avoit point fait de ſonde pour juger de la qualité du terrein. Or, comme dans le même marché il étoit dit très-expreſſément que la compagnie du canal tiendroit compte aux entrepreneurs de *la plus value* & des dépenſes occaſionnées par les *cas imprévus*, ces derniers qui avoient pris la fouille & le tranſport des terres ſur le pied de 2 livres 17 ſols 9 deniers la toiſe cube, & à qui le déblais de la montagne revenoit aux environs de 6 livres la toiſe, n'ont pas manqué de faire valoir la clauſe favorable de leur marché, en répétant 240000 livres d'indemnité par le cinquieme article de leurs trente-trois chefs de demande : article exagéré à la vérité, mais ſur lequel je n'ai pu me diſpenſer d'allouer une ſomme modifiée convenablement dans le jugement arbitral dont j'ai parlé, pour me conformer aux clauſes d'un marché auſſi mal entendu pour la compagnie, & qui avoit mis les entrepreneurs en droit d'exiger ſous différens prétextes, les indemnités les plus déraiſonnables. Ceci montre l'extrême conſéquence de réfléchir mûrement ſur les ſuites que pourront avoir les conditions d'un marché avant que de le paſſer, puiſque celui dont nous parlons auroit donné lieu à une ſource intarriſſable de procès qui auroit pu entraîner la ruine des chefs de la compagnie & celle des entrepreneurs, ſi pour terminer promptement ils n'avoient pris la voie de l'arbitrage, que j'ai lieu de croire avoir été rempli judicieuſement, par le mécontentement que les parties ont d'abord marqué de la ſentence qui réduiſoit les demandes reſpectives à leur vraie valeur, mais dont ils ont enſuite ſenti toute l'équité.

Conſtruction

1096. Le canal ayant été pouſſé au-delà de la montagne de

du canal depuis la montagne de Juſſy juſqu'à Fargnier, avec la poſition des écluſes.

Juſſy, toujours de niveau avec le fond du baſſin de S. Simon, le reſte du terrein depuis la ſortie de cette montagne juſqu'au bord de la prairie qui eſt au-deſſous du village de Fargnier, s'eſt trouvé avoir quarante-huit pieds de pente, que l'on a diviſée en trois parties ſagement ménagées, en prolongeant le canal juſqu'à ſa jonction avec celui que l'on creuſoit en même tems pour communiquer de la Fere à Chauny, parce que la riviere d'Oiſe n'eſt point navigable d'une de ces villes à l'autre, mais ſeulement de Chauny à Compiegne, & de-là juſqu'à la Seine.

Pour la premiere de ces parties, de dix pieds de chûte, on a fait un ſas vis-à-vis le village de Bray; la ſeconde d'environ ſeize pieds de chûte, a été diviſée en deux autres, l'une de ſix pieds & la ſuivante de dix, appartenantes enſemble à deux ſas accolés, ſitués proche le village de Vauyaux. La raiſon qui a empêché que l'on ne fît ces chûtes égales, vient de ce que l'on a pratiqué un aqueduc de quatre pieds de largeur dans œuvre, & de ſix pieds de hauteur ſous clef, dans l'épaiſſeur du mur de chûte de dix pieds, appartenant à l'écluſe du milieu, pour l'écoulement des eaux du marais de Ferriere dans celui de Liez, inférieur au précédent & qui avoit une rigole pour les conduire dans l'étang du moulin de Fargnier. C'eſt un avantage qu'on ne doit point négliger, quand il ſe préſente naturellement ou qu'on peut l'occaſionner, que de faire paſſer les aqueducs de décharge dans l'épaiſſeur du mur de chûte des écluſes, parce qu'ils ſont plus commodes & moins diſpendieux que ceux qui paſſent ſous le lit du canal, ſur-tout quand le fond de ces aqueducs eſt plus bas que celui des contrefoſſés. Quant aux vingt-quatre pieds de pente reſtans, & qui répondent au côteau proche Fargnier, on y a fait trois magnifiques ſas accolés, chacun de huit pieds de chûte, pour de-là aller joindre le baſſin triangulaire, d'où l'on paſſe à la Fere ou à Chauny.

Pl. XLIII.

Deſcription de la branche du canal, depuis la Fere juſqu'à Chauny, avec une remarque ſur la poſition des écluſes pour ménager la fouille des terres.

1097. Comme il s'eſt trouvé vingt-un pieds de pente de la premiere de ces villes à la ſeconde, on l'a diviſée auſſi en trois parties, pour avoir autant de chûtes diſtribuées convenablement à la diſpoſition du terrein, afin de ne faire de fouille que ce qu'il en falloit indiſpenſablement, ce qui demande beaucoup d'attention de la part des ingénieurs, en réglant les parties du projet d'un canal, pour ne point faire de dépenſe inutile. La premiere de ces chûtes, qui eſt de cinq pieds, répond à un ſas placé à cent toiſes au-deſſous du baſſin précédent; la ſeconde, de neuf pieds, appartient à un autre ſas placé vis-à-vis le village

de Condran ; enfin la troiſieme chûte, qui eſt de ſept pieds, a un ſas ſitué à la hauteur du hameau de Vouel : de-là le canal va tomber dans l'Oiſe, au fauxbourg de Chauny, où il y a, au point de jonction, un ancien & dernier ſas.

Je paſſe ſous ſilence les contrefoſſés & rigoles que l'on a fait aux différens endroits de ce canal, les ponts pour la communication des parties du pays qu'il partage ; je ne dis rien non plus des aqueducs, déverſoirs & écluſes pour l'entrée & la ſortie des eaux du même canal, toutes ces choſes ſe trouvant détaillées dans le neuvieme chapitre.

Canal projetté en Bourgogne pour joindre la Saône avec l'Yonne, & par-là faire une ſeconde communication des deux mers.

1098. Le canal projetté en Bourgogne pour joindre la Saône avec l'Yonne, par conſéquent le Rhône avec la Seine, & qui ouvriroit au travers du royaume la communication de l'Océan avec la Méditerranée, a été regardé depuis long-tems comme l'ouvrage le plus avantageux qui puiſſe être propoſé pour le bien de l'état. En effet, il mettroit en vigueur le commerce intérieur du centre de la France, apporteroit l'abondance dans toutes ſes différentes parties, ouvriroit un commerce facile de Paris avec la Franche-Comté, les cantons Suiſſes, Geneve, le Piémont, la Savoye & l'Italie, & feroit que Paris ne pourroit jamais manquer de bois, par la facilité qu'il y auroit d'y tranſporter ceux de Bourgogne & de Franche-Comté ; les ports de Provence, de Normandie & de Picardie communiqueroient enſemble par cette nouvelle route, ce qui faciliteroit aux étrangers le commerce des Echelles du Levant : on pourroit à peu de frais tranſporter dans les provinces qui ſeroient en diſette, les bleds que l'on tire d'Afrique & de la mer Baltique. Les marchandiſes de l'Océan & de la Méditerranée ſe répandroient à peu de frais dans toutes les différentes provinces du royaume, ſans être obligées d'eſſuyer les dangers de la mer, en paſſant le détroit de Gibraltar.

Ce projet, après avoir été renouvellé pluſieurs fois depuis le commencement du regne de François I, a occupé le public plus que jamais dans ces derniers tems, par l'attention que le miniſtere parut y donner depuis l'année 1720 juſqu'en 1740. Des différentes idées qui lui ont été préſentées à cet égard, il m'a paru que celle de M. d'Eſpinaſſi, gentilhomme de Provence, a été la plus goûtée.

En conſéquence le conſeil envoya deux ingénieurs, avec les commiſſaires députés des états de Bourgogne, vérifier ſur

les lieux les plans & devis de M. d'Eſpinaſſi. Ces commiſſaires, après avoir examiné le tout, firent leur rapport, & produiſirent leurs procès-verbaux au conſeil, par leſquels la poſſibilité, la facilité & la dépenſe de cette entrepriſe ont été conſtatées.

Quels ſont les endroits par où doit paſſer ce canal. Son point de partage, la dépenſe de ſon exécution & ſon produit.

1099. Ce canal devoit commencer à S. Jean-de-Laune ſur la Saône, traverſer Dijon, Montbard, Tonnerre, S. Florentin, & terminer ſon cours à Brinon ſur l'Armaçon, de-là ſe jetter dans l'Yonne, après un trajet de cent vingt-deux mille cinq cens ſoixante-trois toiſes, ou d'environ cinquante lieues. La facilité de l'exécution a été aſſurée par la fixation du point de partage à Pouilly en Auxois, où l'on conduira des endroits ſupérieurs des eaux de ſources qui ſont intarriſſables & ſi abondantes qu'ayant été jaugées dans le tems d'une médiocrité approchante de la ſéchereſſe, elles ſe ſont trouvées en état de fournir continuellement au paſſage de cinquante-ſix bateaux par jour, chargés chacun de quinze cent quintaux de marchandiſes, déduction faite de ce qu'il faut paſſer en pure perte pour les tranſpirations & évaporations.

On aſſure qu'il n'y a point de montagne à couper ſur toute la route que le canal doit parcourir, que le terrein eſt par-tout de bonne tenue, & que tous les matériaux ſont à portée des ouvrages.

La dépenſe, ſuivant le devis eſtimatif de l'auteur, confirmé par les ingénieurs que le roi a commis pour en faire la vérification, monte à dix millions. On prétend que ſans faire une grande diligence, il n'y a point de bateau qui ne puiſſe venir en onze jours par ce canal de Lyon à Paris; que les frais du tranſport n'excéderont jamais cent ſols le quintal, & que le revenu annuel du canal, eſtimé au plus bas, ira au moins à deux millions.

Autre canal propoſé en Bourgogne, ayant pour point de partage l'étang du Longpendu.

1100. Dans le même tems parurent encore d'autres projets, tendant auſſi à la même fin; celui de M. Thomaſſin, ingénieur ordinaire du roi, qui a beaucoup examiné le pays pendant pluſieurs années de ſuite, eſt de joindre la Loire à la Saône par l'étang du Longpendu, qu'il prend pour point de partage, prétendant que cette communication eſt la ſeule poſſible, & la plus utile au bien de l'état.

La ſituation de l'étang du Longpendu, dit-il, jointe à celle des deux petites rivieres de Bourbince & de Dehune qui en ſortent, ſont d'heureuſes productions de la nature qui paroît ſe prêter pour procurer à la Bourgogne l'avantage d'une jonction des deux mers. Comme on feroit un gros livre des différens

écrits qu'on a produit à cet égard, auſſi-bien que pour joindre les autres rivieres de France, ce royaume n'ayant point de province où l'on ne puiſſe faire des communications par eau, je ne finirois point ſi je voulois rapporter tout ce que l'on peut dire à leur occaſion; c'eſt pourquoi je vais terminer ce chapitre par le canal qui a été fait en Ruſſie au commencement de ce ſiecle.

Eloge du Czar Pierre I, empereur de Ruſſie.

1101. De tous les ſouverains qui ſe ſont portés à faciliter à leurs ſujets les moyens de s'enrichir par le commerce, il y en a peu qui ait mérité plus juſtement le titre de grand, que Pierre I, empereur de Ruſſie, dont la conduite a été ſi remplie de merveilles, qu'on pourroit la regarder comme fabuleuſe, ſi elle ne s'étoit manifeſtée de nos jours, & pour ainſi dire ſous nos yeux.

Les Ruſſes formoient preſque un peuple ſéparé des autres nations de l'Europe, par le peu de liaiſon qu'ils avoient avec leurs voiſins, & ils n'étoient aucunement touchés des connoiſſances qui élevent l'eſprit, ni des arts en honneur chez les autres nations, lorſque vers la fin du dix-ſeptieme ſiecle, Pierre I, par le droit de ſa naiſſance, ſe trouva en poſſeſſion du trône de Ruſſie, dans un âge où l'on ne s'occupe ordinairement que des plaiſirs qui ſont le partage de la jeuneſſe. Mais ce prince rempli de plus nobles idées, qu'il ne tiroit que de la bonté de ſon propre fond, forma ſans conſeil ni ſans ſecours qui puſſent ſeconder ſes vues, le vaſte deſſein de créer en quelque ſorte dans ſes états un peuple nouveau, en lui inſpirant par la force de ſon exemple le goût des ſciences, l'induſtrie du commerce, & l'amour de la gloire que l'on acquiert par les armes; au lieu que la politique de ſes prédéceſſeurs avoit été de ſuivre des maximes toutes contraires, juſqu'à interdire à leurs ſujets, nés dans l'eſclavage, la liberté de voyager, de crainte que devenant plus éclairés, ils n'ouvriſſent les yeux ſur la rigueur de leur état. Cependant les Ruſſes ne manquoient point de pénétration, ni de ce génie naturel qui ne demande qu'à être développé pour devenir capable des plus grandes choſes, comme l'expérience l'a fait voir depuis.

Je n'entreprends point de rapporter ici les traits glorieux, par leſquels ce prince eſt parvenu à rendre ſon empire dans l'état floriſſant où il l'a laiſſé, & le haut degré de réputation que ſes armes ont acquiſe. Pour ne point m'écarter de mon ſujet, il ſuffira de dire qu'après qu'il eut voyagé en Hollande, en An-

gleterre, en Allemagne, & en France, pour s'inſtruire par lui-même de la diſcipline militaire, de l'art de fortifier les places, de ce qui concerne le négoce, la marine, le gouvernement des peuples, & après avoir, à force de bienfaits, déterminé un grand nombre d'habiles gens en tout genre à paſſer à ſon ſervice, il conçut, à l'imitation de Louis XIV, le grand deſſein de joindre les mers qui environnoient ſes états, dont on ne peut bien juger que ſur l'idée que nous allons donner de leur ſituation par rapport à ceux des autres puiſſances.

Poſition de la Ruſſie par rapport aux autres régions de l'Europe, avec le grand deſſein qu'avoit conçu le Czar, de joindre les mers qui environnent ſes états.

1102. La Ruſſie eſt la partie de l'Europe la plus orientale & la plus vaſte; ſa latitude eſt depuis le quarante-huitieme degré juſqu'au ſoixante-dix, & ſa longitude s'étend depuis le quarantieme juſqu'au ſoixante-dix, qui eſt l'extrêmité la plus orientale de l'Europe; mais ſi l'on y joint la Sibérie juſqu'aux dernieres découvertes, ſon étendue va juſqu'au deux cent ſeptieme degré de longitude.

La partie de la Ruſſie qui eſt en Europe, eſt bornée du côté du ſeptentrion par la mer Glaciale, & la Dwina qui la ſépare de l'Aſie; ſes bornes au midi ſont la Tartarie, la Circaſſie & la mer Caſpienne; elle eſt terminée à l'occident par le Nieper & la Dwina; ſes autres frontieres ſont la Pologne, la Suede & la Norwege; ſes principales rivieres ſont la Dwina qui tombe dans la mer Blanche, le Don dans la mer Noire, & le Volga dans la mer Caſpienne.

Le Czar comprit qu'en faiſant communiquer ces rivieres & les autres y affluantes par des canaux, il joindroit toutes ces mers & réuniroit chez lui ce qu'il y avoit de plus ſéparé. Après avoir parcouru lui-même une partie de ſon vaſte pays, fait faire les nivellemens, choiſi les lieux où les canaux devoient être creuſés, déterminé le nombre & la poſition des écluſes, &c, en un mot conſtaté ce grand projet, il l'entreprit ſans qu'aucun obſtacle ait pu le rebuter. Il l'a commencé par la jonction du Volga avec la riviere de Volkova, qui ſe jette dans le lac Ladoga, ce qui conduit par Petersbourg à la mer Baltique. De cette maniere on pourroit communiquer par eau à travers toute la Ruſſie, & par un chemin de plus de huit cent lieues, depuis la mer Baltique juſqu'à la mer Caſpienne; & dans la Perſe il devoit y avoir un autre canal qui auroit communiqué le Don avec le Volga, & par conſéquent la Méditerranée avec la mer Caſpienne; l'intention du Czar étoit que Petersbourg devînt

par sa situation favorable, un entrepôt du monde pour le commerce, c'est-à-dire, une autre Alexandrie : ce qui fût arrivé, si ce monarque, mort en 1725, âgé seulement de 53 ans, avoit vécu plus long-tems ; mais ce que nous venons d'exposer suffit pour donner un grand exemple de tout le bien que peut faire un souverain, quand il ne s'occupe qu'à rendre ses peuples heureux.

Accidens arrivés à la premiere écluse qui fut construite pour le canal de Russie faute d'intelligence de la part de l'ingénieur.

1103. La conduite des travaux du canal fut d'abord donnée à un nommé Breckell, ingénieur Allemand, homme avantageux, ne doutant de rien, qui avoit passé au service de Russie, où il étoit regardé comme un aigle ; mais l'événement a bien prouvé qu'il n'entendoit rien à l'architecture hydraulique. Il traça le canal aussi mal qu'il pouvoit l'être, & fonda la premiere écluse avec si peu de précaution, que dès qu'on en eut fermé les portes pour soutenir les eaux d'une chûte, elles s'échapperent par-dessous le radier qui ne tarda guere d'être emporté avec les bajoyers ; ce qui fit prendre à Breckell le parti de sortir furtivement de Russie, pour fuir la punition qu'il avoit mérité en se chargeant d'une entreprise au-dessus ses forces. Cela montre bien la conséquence de ne donner la direction des travaux de cette espece qu'à des personnes d'une capacité & d'une expérience reconnues.

Le czar, qui étoit alors en Angleterre, informé de cet accident, choisit M. Jean Perri, ingénieur Anglois, pour chef de l'exécution d'un projet que ce monarque avoit fort à cœur, & qui ne pouvoit tomber en meilleure main ; cet ingénieur étant aussi habile pour s'en bien acquitter, que le précédent l'étoit peu. Mais combien n'a-t-il pas eu à souffrir des ministres & des autres grands seigneurs déclarés contre le canal, sous prétexte que l'on ne réussiroit jamais, après ce qui étoit arrivé à l'écluse de Breckell ; de sorte que M. Perry rebuté de se voir traversé de toutes parts, prit le parti de retourner en Angleterre après plusieurs années de travail fort mal récompensé, si l'on s'en rapporte au livre qu'il publia à cette occasion, où l'on prétend qu'il a un peu trop grossi les objets.

Je crois devoir ajouter qu'en donnant une idée des principaux canaux construits par les modernes, mon dessein a été qu'ils servissent d'introduction à ce que je devois enseigner sur la conduite qu'il falloit tenir pour en projetter de nouveaux, & autoriser par des exemples les maximes qu'on trouvera dans le septieme chapitre.

CHAPITRE VI.

Comprenant les principaux articles que les compagnies qui entreprennent l'exécution d'un canal, doivent faire inſérer dans le privilege qu'elles obtiendront du ſouverain.

Utilité d'une formule de requête où ſe trouvent compris les principaux articles qui doivent être inſérés dans le privilege de faire un canal de navigation.

1104. LES compagnies qui ſe propoſent d'entreprendre un canal de navigation, ne pouvant l'exécuter ſans y être autoriſées par le ſouverain, elles ont un ſi grand intérêt de faire comprendre dans leur privilege tout ce qui peut leur être avantageux, que j'ai cru qu'elles me ſauroient gré de leur donner une formule de requête, où elles trouvaſſent les principaux articles qu'elles peuvent être en droit de demander, dès qu'ils ſeront appuyés par la citation des arrêts & déclarations que nos rois ont rendus en pareils cas, & dont j'ai fait le dépouillement, afin qu'on puiſſe y avoir recours au beſoin. Ce chapitre pourra au moins fournir des idées à ceux qui ſeront chargés de dreſſer une pareille requête, d'autant plus utilement que c'eſt d'après cette piece que s'expédie le privilege qu'on ſera dans le cas de ſolliciter, & qu'il pourroit arriver que, faute de n'y avoir point inſéré quelques articles, on ne ſeroit plus à tems d'y revenir.

C'eſt pour avoir vu, dans le tems de la conſtruction du canal de Picardie, toute la conſéquence de quelques omiſſions faites dans le privilege accordé au ſieur de Marcy, que j'ai ſenti combien il importoit de prévoir tout ce qui peut devenir litigieux, & donner lieu à des conteſtations que les commiſſaires nommés par ſa majeſté pour tenir la main à l'exécution de l'ouvrage, ne ſont point toujours en droit de terminer.

Après que l'on aura expoſé dans un diſcours préliminaire l'objet du canal propoſé, les termes où il aboutira, les lieux par où il doit paſſer, les motifs qui peuvent en démontrer l'utilité & la conſéquence, pour le bien des provinces qui en ſeront à portée, on paſſera aux articles de demande, qu'on ſuppliera le roi de vouloir bien accorder pour favoriſer l'exécution de l'entrepriſe, en les expoſant à peu près dans les termes ſuivans :

ARTICLE I. Le ſieur..... ſupplie très-humblement ſa majeſté

majeſté de lui permettre de faire conſtruire à ſes frais un canal de communication de la riviere de..... à celle de..... commençant à..... paſſant par..... juſquà..... comme auſſi de rendre les rivieres de..... navigables depuis..... juſqu'à..... & de détourner, s'il eſt beſoin, les eaux qui ſeront préjudiciables à l'ouvrage; au ſurplus, de prendre & dériver celles qu'il jugera néceſſaire pour la navigation dudit canal, de les faire paſſer & conduire par les endroits les plus convenables, conformément au troiſieme article de l'édit du mois de ſeptembre 1724, pour le canal de Picardie, & de faire chommer les moulins, en dédommageant les propriétaires, au dire d'experts, pardevant les commiſſaires nommés par votre majeſté.

II. Comme pour l'alignement & conduite dudit canal il ſera néceſſaire de paſſer dans les héritages appartenans à des communautés & particuliers, qu'il lui ſoit permis d'y prendre le terrein dont il aura beſoin, & deux perches de terre en largeur tout le long de chaque côté dudit canal, pour le chemin du tirage des bateaux, & les contrefoſſés indiſpenſables à l'écoulement des eaux extérieures au canal: de démolir les maiſons & moulins qui ſe trouveront dans ledit alignement pour la conſtruction du canal, baſſins, réſervoirs & rigoles dépendans, en payant la valeur ſuivant l'eſtimation qui en ſera faite pardevant les commiſſaires nommés à cet effet, afin d'en faire le rembourſement ſelon qu'il ſera fixé, réglé & ordonné par leſdits ſieurs commiſſaires, pour en être enſuite le prix payé aux propriétaires, leſquels ne pourront l'exiger qu'un an après que la liquidation en aura été faite; & au moyen des paiemens qui ſeront faits par le ſuppliant ou ſes ayans cauſe auxdits propriétaires, le ſuppliant & ſes ayans cauſe demeurent bien & valablement quittes & déchargés de toute redevance, à la réſerve néanmoins de ce qui ſe trouvera dû à des bénéficiers, pour raiſon des biens dépendans de leurs bénéfices, ou à quelques communautés ſéculieres ou régulieres, dont le principal ſera employé en acquiſition d'autres héritages de pareille nature, pour tenir lieu du remplacement de ceux dont ils auront été évincés, ou de leur en payer les intérêts ſur le pied du *denier trente*, conformément au ſecond article de l'édit de votre majeſté donné au mois de ſeptembre 1724, au ſujet du canal de Picardie. Au ſurplus, que ledit canal & ſes dépendances ſoient déchargés de la mouvance, cenſive & juſtice des ſeigneurs

desquels relevera le terrein où il passera, en les dédommageant, si le cas y écheoit, suivant ce qui sera réglé par lesdits sieurs commissaires.

III. Vu les dépenses considérables que le sieur..... sera obligé de faire pour l'exécution générale de son projet, il supplie sa majesté, en l'autorisant à prendre les pierres, sable, terre à faire la brique, & autres matériaux nécessaires qui se trouveront dans le pays pour la construction des travaux du canal, (en indemnisant, s'il le faut, les propriétaires sur l'estimation des commissaires) d'exempter de tout droit de péage aux bureaux de..... & autres, lesdits matériaux, ainsi que les bois qui seront vérifiés devoir être employés à la construction des écluses, quais, ponts, &c. & de permettre au sieur..... de faire entrer dans le royaume, sans payer aucun droit aux fermes, la quantité de quarante mille razieres de charbon de terre, pour forger les fers employés audit ouvrage, conformément à l'article 14 de l'édit du mois de septembre 1724, rendu en faveur du sieur de Marcy, pour le canal de Picardie.

IV. Sa majesté permettant au sieur..... & à ses ayans cause de faire construire ledit canal, il la supplie qu'il puisse lever & percevoir sur les bateaux, marchandises & denrées, les mêmes droits qui se levent sur les autres canaux du royaume, suivant le tarif qui en sera réglé par les commissaires nommés à cet effet, pour que lui & ses ayans cause puissent jouir & user dudit canal, fonds, très-fonds & droits relatifs à titre de fief en franc-aleu, noble en pleine propriété, incommutable par un don perpétuel irrévocable de sa majesté, avec la faculté de transporter son droit à qui & sous telles conditions que bon lui semblera, sans qu'il puisse être troublé ni évincé, sous quelque prétexte que ce puisse être; que ledit canal & ses dépendances soient déchargés de tout droit de mutation, taxes de franc-fief, franc-aleu, supplément, huitieme denier de biens ecclésiastiques & laïcs, communes & communeaux, & autres taxes & droits généralement quelconques, pour que la dépense de l'entretien dudit canal tienne lieu de suffisante finance & prix d'aliénation incommutable, nonobstant tout édit, déclaration & usage contraire aux mêmes termes du second, troisieme, quatrieme & cinquieme article des lettres-patentes, en forme d'édit de sa majesté du mois de novembre 1719, rendu au sujet du nouveau canal de Loing. Au surplus, d'attribuer pareille-

ment au ſuppliant ou à ſes ayans cauſe le droit de *travers* dans les endroits où il y en a d'établis dans l'étendue de ſon entrepriſe, pour être par lui perçu aux mêmes lieux & ſur le même pied qu'en ont joui juſqu'à préſent les propriétaires des bacs & paſſages, à la charge de les indemniſer ſuivant ce qui ſera réglé par les ſieurs commiſſaires, conformément au onzieme article de l'édit du mois de ſeptembre 1724, pour le canal de Picardie.

V. Qu'il plaiſe à ſa majeſté d'attribuer au ſieur..... & ſes ayans cauſe pour le canal & ſes dépendances, toute juſtice haute, moyenne & baſſe, pour laquelle il puiſſe établir un juge, un lieutenant & un procureur fiſcal, connoiſſant en premiere inſtance de tous les différends qui pourront naître tant en matiere civile, criminelle, que mixte, à cauſe des dégradations & délits qui pourroient être commis ſur tous leſdits ouvrages & ceux qui pourroient arriver ſur le fait de la navigation, afin que leſdits juges puiſſent juger par proviſion, nonobſtant l'appel, juſqu'à la ſomme de 20 livres, & que les appellations de ladite juſtice ſoient relevées au parlement de..... Que ſa majeſté permette au ſieur..... d'établir le nombre des gardes qu'il jugera à propos pour la perception des droits du canal, & la conſervation des ouvrages de ſa dépendance, auſſi pour mettre en exécution tout mandement, ordonnance, ſentence & autres concernant ledit canal.

VI. Le ſieur..... ſupplie ſa majeſté qu'il jouiſſe en pleine propriété, ainſi que ſes ayans cauſe, à perpétuité, du droit de pêche dans ledit canal, ſans que, ſous quelque prétexte que ce ſoit, il puiſſe être obligé à aucun dédommagement envers les ſeigneurs qui auroient des étangs ou palus dans le voiſinage du canal.

VII. En conſidération de l'importance de l'entrepriſe dudit canal, des peines & ſoins du ſieur..... pour le mettre en ſa perfection, il eſpere que ſa majeſté voudra bien exempter ledit canal pour le préſent & l'avenir, de tout péage ou droits quelconques ſur les bateaux, marchandiſes voiturées par ledit canal, ſoit à l'entrée, ſoit à la ſortie, ni dans tout ſon cours, conformément aux quinzieme & ſeizieme articles, de ſon édit du mois de novembre 1719, en faveur du nouveau canal de *Loing*, mais ſeulement les droits du tarif qui ſeront levés au nom du ſuppliant & ayans cauſe.

VIII. Qu'il ne ſera auſſi accordé la permiſſion de conſtruire aucun autre canal au préjudice de celui-ci; plaiſe pour cet effet à ſa majeſté de révoquer tout privilege, lettres-patentes, arrêts ou déclarations accordées antérieurement de ſa part, ou par les rois ſes prédéceſſeurs, en tant qu'elles n'auront pas eu d'exécution.

IX. Etant néceſſaire pour la facilité du commerce d'avoir un coche d'eau qui aille de..... à..... & de..... à..... réguliérement pluſieurs fois la ſemaine pour le tranſport des marchandiſes & voyageurs, le ſieur..... demande à ſa majeſté le privilege excluſif à perpétuité, pour lui & ſes ayans cauſe, d'établir à ſon profit leſdits coches, nonobſtant tout autre privilege anciennement accordé à l'occaſion des canaux projettés, qui n'ont pas eu lieu dans cette partie, comme une dépendance naturelle du canal qu'il propoſe de faire.

X. Plaiſe auſſi à ſa majeſté prendre ſous ſa protection leſdits coches, bâtimens marchands & autres qui navigeront par le canal, ainſi que les marchandiſes non prohibées, leſquelles ne pourront y être ſaiſies ſous quelque cauſe & prétexte que ce ſoit, ſans cependant leſdits bâtimens pouvoir s'exempter de payer les droits attribués par le tarif du canal, ſous prétexte de tranſporter des matériaux deſtinés aux travaux pour le ſervice de ſa majeſté, comme bois, fer, chaux, plâtre, charbon, &c. que les entrepreneurs voudroient frauduleuſement faire paſſer.

XI. Au ſurplus, le ſieur..... ſupplie ſa majeſté de lui permettre d'aſſocier au privilege d'exécuter le canal, telles perſonnes qu'il voudra, & d'emprunter les ſommes qui lui ſont néceſſaires, à meſure que les fonds ſeront employés au progrès des ouvrages; de pouvoir pour cet effet hyothéquer le canal, d'engager auſſi le fonds & très-fonds, avec ſon revenu & celui des améliorations faites dans ſes dépendances pour ſe procurer les moyens de remplir ſon projet, ainſi qu'elle a bien voulu l'accorder au marquis d'Oppede & aſſociés, par lettres-patentes du 4 mars 1718, au ſujet d'un canal d'arroſage propoſé en Provence, puiſque ce n'eſt qu'en donnant ces ſûretés qu'il pourra trouver du crédit.

XII. Sa majeſté & les rois ſes prédéceſſeurs, ayant accordé les privileges les plus avantageux à ceux qui ont entrepris de deſſécher des marais, le ſieur..... eſpere qu'elle le voudra bien traiter auſſi favorablement pour le deſſéchement qu'il ſe propoſe de faire ſous ſon autorité & bon plaiſir, comme une ſuite

des travaux du canal qui paſſera dans des cantons maréca-geux, occaſionnés par un défaut d'écoulement des eaux de ſource & pluviales, qui ont de tous tems portés un préjudice notable aux habitans des territoires de.....

XIII. Si ſur le compte qui ſera rendu à ſa majeſté par les ſieurs commiſſaires nommés pour l'examen des faits ci-deſſus mentionnés, elle juge à propos d'ordonner le deſſéchement des marais & étangs qui avoiſineront le canal, ainſi que ceux des territoires de..... le ſieur..... la ſupplie très-humblement de lui en accorder le privilege excluſif aux termes portés par les arrêts & déclarations rendus à cet effet en novembre 1599, en janvier 1607, en octobre 1613, en juillet 1618, en avril 1639, en mai 1641, en juillet 1643, en mars 1644, en juin & août 1645, principalement aux clauſes & conditions de ceux rendus au mois de décembte 1701, & en janvier 1702, en faveur de M. le maréchal de Noailles, pour le deſſéchement des étangs, palus & marais du bas Languedoc, nonobſtant tout privilege accordé ci-devant pour la même fin dans les territoires de..... qui n'ont pas eu lieu : nonobſtant auſſi toute oppoſition de la part de ceux qui, au jugement des commiſſaires, ne ſeroient pas fondés en raiſons valables & ſuffiſantes, afin que le ſieur..... & ſes ayans cauſe ne puiſſent être troublés ni inquiétés dans ladite entrepriſe, non plus que dans la jouiſſance de la moitié du terrein qui lui ſera échu en partage, après le parfait deſſéchement, au terme des ordonnances, arrêts & déclarations ci-deſſus mentionnés, à moins que les communautés & propriétaires particuliers n'aiment mieux payer audit ſieur & à ſes aſſociés par forme de redevance, quarante ſols par an pour chaque fauchée, conformément au cinquieme article de l'édit rendu au mois de ſeptembre 1724 pour le canal de Picardie.

XIV. Le ſieur..... ſupplie au ſurplus ſa majeſté de lui permettre, ainſi qu'à ſes ayans cauſe, de faire *paſſer de bout* par les villes de..... ſans payer aucun droit, les vins & eaux-de-vie deſtinés pour être voiturés par le canal & les rivieres de..... de les décharger à ..... & autres lieues des généralités de..... en voulant bien déroger, pour cela ſeulement, aux édits & ordonnances contraires, le ſuppliant & ſes ayans cauſe ſe ſoumettant aux formalités preſcrites pour les acquits à caution, & autres précautions mentionnées dans les mêmes ordonnances, conformément à l'article 15 de l'édit du mois de ſeptembre 1724 au ſujet du canal de Picardie.

Voilà en général les principaux articles de demandes qu'il m'a paru néceſſaire de comprendre dans la requête dont il s'agit. Je laiſſe aux intéreſſés de les modifier comme ils le jugeront convenable, & d'y ajouter les autres demandes que les circonſtances leurs ſuggéreront, après avoir mûrement réfléchi ſur tous les cas préſens & à venir.

Suppoſant le privilege obtenu & homologué au parlement dans le reſſort duquel ſe trouvera le canal, & que le propriétaire l'ait cédé à une autre perſonne, aux conditions convenues entr'eux; il faut que celui en faveur duquel ſe ſera fait la ceſſion, la faſſe homologuer par un arrêt du conſeil d'état qui le reconnoiſſe, ainſi que ſes aſſociés, s'il en a, en qualité de nouveau propriétaire du même canal, & y inſérer tout ce qui fera leurs ſûretés, tant pour eux que pour leurs ayans cauſe.

Au ſurplus, on doit ſupplier ſa majeſté de vouloir bien, par un arrêt de ſon conſeil, nommer les commiſſaires pour l'exécution de ſes ordres au ſujet des ouvrages à faire pour la conſtruction du canal, afin qu'ils puiſſent inſtruire & juger en dernier reſſort ſur toutes les difficultés & conteſtations qui ſe préſenteront, tant pour la conſtruction du canal, établiſſement des droits, que pour la liquidation des indemnités qui ſeront prétendues par les propriétaires des héritages compris dans les ouvrages dudit canal, ſur l'eſtimation des experts qui ſeront convenus par les parties, ou nommés d'office par leſdits ſieurs commiſſaires.

Enfin il faudra encore faire nommer, par un autre arrêt, les ingénieurs que la compagnie préſentera à ſa majeſté en qualité de directeurs en chef, en ſecond, &c. pour conduire & faire exécuter tous les travaux du canal juſqu'à leur entiere perfection, comme on l'a fait par l'arrêt du conſeil rendu au mois de décembre 1727, au ſujet du canal de Picardie.

CHAPITRE VII.

Où l'on expoſe les principales maximes que l'on doit ſuivre pour former les projets des canaux de navigation, avec ce qui appartient à leur exécution.

POUR ne point confondre ce qui appartient aux projets des canaux de navigation avec ce qui regarde leur exécution, on a diviſé ce chapitre en deux ſections. Dans la premiere, on donne les principales maximes qu'il faut avoir en vue pour en déterminer le tracé relativement au meilleur parti qu'on peut prendre afin d'en aſſurer le ſuccès. Dans la ſeconde, on preſcrit celles qu'il faut ſuivre en les creuſant, afin de travailler ſolidement & avec économie : d'où l'on pourra déduire les principaux articles du devis qui ſervira à régler la conduite de l'ouvrage, en y ajoutant ce qui eſt dit dans les deux chapitres ſuivans ſur la conſtruction des écluſes, ſas, ponts, aqueducs de toute eſpece, déverſoirs, &c. par conſéquent de tout ce qui concerne la maçonnerie & la charpente.

SECTION PREMIERE.

Comprenant des maximes appartenantes aux projets des canaux.

Sur le choix du terrein le plus propre à faire paſſer un canal.

1105. Le choix du terrein par lequel doit paſſer un canal pour arriver d'un terme à un autre, eſt d'une extrême importance, puiſque de ce choix dépendent l'économie & la ſolidité de l'ouvrage. Il n'en eſt pas des canaux, comme des grands chemins, qu'il convient de diriger en ligne droite autant qu'il eſt poſſible; ici il y a des inconvéniens qu'il faut prévoir pour s'en garantir : on y parviendra par un examen des plus exacts de la ſituation du pays dans tous les endroits par où le canal peut être conduit, ſans épargner les nivellemens qui en peuvent donner une parfaite connoiſſance, non plus que les ſondes fré-

quemment répétées pour juger de la qualité du terrein ſur la profondeur où il faudra fouiller, afin d'éviter, s'il eſt poſſible, les cantons marécageux & les bancs de pierre d'une trop grande étendue, dont la fouille jetteroit dans une exceſſive dépenſe. Il ne faut pas non plus négliger les autres obſervations qui peuvent mettre en état de comparer les avantages & les déſavantages dont les différentes routes qu'on peut ſuivre ſont ſuſceptibles, afin de ne ſe déterminer qu'en faveur de la plus favorable.

Si après avoir fixé la route du canal, il devoit traverſer une ou pluſieurs montagnes qui ne fuſſent point aſſez élevées pour en être effrayé, il n'en faudroit pas moins examiner de plus près s'il n'y auroit pas moyen de les contourner. Pour ne point ſe déterminer trop légérement, il convient, avant que de conſtater le projet général, de faire des bouts de cartes particulieres relatives à des mémoires, comprenant l'eſtimation de la dépenſe que cette partie du canal pourra coûter de telle ou telle façon, y joindre des réflexions judicieuſes ſur ce qui peut mériter la préférence, non-ſeulement eu égard à l'économie des fonds, mais principalement aux ſuites que pourront avoir les choſes après l'exécution, ne perdant point de vue les circonſtances qu'il convient d'enviſager pour l'avenir.

Inconvénient de faire paſſer un canal de navigation au pied des montagnes dont la pente eſt fort roide.

1106. Il faut bien prendre garde qu'en évitant de traverſer une montagne, ſoit en la coupant ou en la perçant pour paſſer deſſous, comme on a fait à celle de Malpas (article 1086), on ne tombe dans des inconvéniens beaucoup plus grands en voulant la côtoyer. Les deux eſſentiels ſont, le premier, d'expoſer cette partie du canal à être entiérement ruinée par l'abondance des eaux qui naiſſent ſubitement de la réunion des pluies d'orage, ou de la fonte des neiges qui viendroient à tomber ſur la montagne, capables d'emporter le digue adjacente & de cauſer un dommage d'autant plus fâcheux qu'on y ſeroit plus ſouvent expoſé. Il eſt vrai qu'il ſemble que l'on peut s'en garantir par un contrefoſſé, ayant pluſieurs aqueducs de décharge bien ménagés; mais ſi la montagne eſt roide, aride, avec un penchant fort étendu, les eaux s'aſſemblant avec beaucoup plus de promptitude qu'elles ne s'écouleront, il pourroit arriver que le contrefoſſé ne ſera point aſſez grand pour les recevoir, & qu'elles n'en ſurmonteront pas moins les digues, pour ſe répandre dans le canal qu'elles combleroient en peu de tems par le limon qu'elles entraîneroient avec elles.

Le

Le ſecond inconvénient, qui mérite encore plus de conſidération, ſeroit de faire paſſer un canal à mi-côte d'une montagne qui auroit beaucoup de talud, par l'impoſſibilité de l'aſſeoir ſolidement, auſſi-bien que les écluſes, aqueducs, déchargeoirs, &c. ſur des terres rapportées, tirées de l'excavation de la montagne, & jettées de l'autre côté pour applanir le terrein.

Il eſt vrai que cela s'eſt pratiqué en quelques endroits ſeulement où il n'y avoit que peu de pente; autrement comment un canal toujours plein d'eau, & qui humecteroit ſans ceſſe des terres nouvellement remuées, pourroit-il ſe ſoutenir? D'ailleurs quelle prodigieuſe quantité d'eau ne faudroit-il pas avoir en réſerve pour ſuppléer à celle qui ſe perdroit par les tranſpirations? Et pourroit-on compter ſur des écluſes dont la plus grande partie ſeroit fondée ſur un terrein de rapport? Si l'on vouloit faire un déblai aſſez large, dans le penchant d'une montagne, pour placer toute la largeur du canal ſur un terrein ſolide, dans quelle prodigieuſe dépenſe ne tomberoit-on point, ſans pour cela être aſſuré du ſuccès, puiſqu'on n'auroit pas moins à redouter les ſuites du premier inconvénient!

Il faut éviter de faire paſſer le canal dans des vallons reſſerres par des montagnes.

1107. Il ſeroit également dangereux de faire paſſer un canal dans un vallon reſſerré par des montagnes, parce qu'on l'expoſeroit au courant des eaux qui s'y ramaſſeroient, & qui ne manqueroient pas de cauſer des torrens capables de produire de grands déſordres, ſi le vallon avoit beaucoup de pente. Reſſerré comme nous le ſuppoſons, on ſeroit peut-être obligé, en bien des endroits, d'aſſeoir le canal ſur des terres rapportées, & même d'établir les contrefoſſés au-deſſus du niveau de ſes eaux; ce qui rendroit l'ouvrage ſi vicieux de toute maniere qu'on ne pourroit ſe garantir des accidens qui en ſeroient inſéparables. Quand on veut faire paſſer un canal par des endroits plus bas que n'en doit être le fond, il faut de néceſſité relever le terrein pour en gagner le niveau & faire ces parties en l'air, ce qui eſt un défaut qu'on doit éviter autant qu'il eſt poſſible, parce qu'elles ſont toujours ſuiettes à de grands accidens, comme je l'ai remarqué au canal de Picardie; c'eſt pourquoi il faut tacher que les eaux du canal ſoient par-tout encaiſſées dans le terrein ferme, & ne pas ſe laiſſer ſéduire par une économie mal entendue. En effet, il arrive quelquefois qu'en voulant éluder une trop grande fouille, on tombe dans une dépenſe encore plus forte pour le tranſport des terres qu'il faut aller chercher au loin; ainſi on ne ſauroit trop examiner quel doit être le parti qu'il faudra ſuivre

pour le bien de la choſe. S'il falloit néceſſairement faire paſſer le canal ſur un terrein rapporté, il faudra au moins ne rien négliger pour conſtruire ces endroits-là avec le plus de ſoin qu'il eſt poſſible, élever dans l'épaiſſeur des digues de bons corrois de terre graſſe, de quatre ou cinq pieds d'épaiſſeur, fondés le plus bas qu'on pourra dans le terrein ferme, & les élever d'un pied au-deſſus du niveau des plus hautes eaux : on en uſera de même pour toutes les digues qui ſeront compoſées de terre ſpongieuſe, comme ſont celles qu'on trouve dans les marais, & dont nous ferons plus particuliérement mention.

Il faut conduire le canal de maniere qu'en le préſervant de tout inconvénient, il paſſe en même tems par le chemin le plus court.

1108. En même tems qu'on ne négligera rien pour préſerver le canal de tout accident, il ne faut pas moins faire enſorte d'en rendre le trajet le plus court qu'il ſera poſſible, pour ménager la dépenſe & abréger le tems de la navigation. C'eſt dans l'heureux choix du chemin qu'on lui fera tenir, en conciliant toutes les circonſtances pour & contre, qu'un ingénieur peut manifeſter la bonté de ſon jugement ; mais on ne parvient à remplir une maxime auſſi importante, que par une longue étude de la ſituation du terrein conſidéré en général & dans le détail de ſes parties. Pour ne rien conſtater qu'avec mûre délibération, il convient que pluſieurs perſonnes de l'art travaillent chacune en particulier avec leurs aides, à faire le projet de la route du canal, parce que ce qui pourra avoir échappé aux uns attirera peut-être l'attention des autres.

Il faut enſuite qu'elles ſe communiquent leurs obſervations en préſence d'habiles gens capables de décider dans les cas de conteſtation ; par-là on pourra éviter les ſuites fâcheuſes que cauſe ſouvent l'attachement qu'on a pour ſon opinion, & l'on découvrira s'il n'y a pas des motifs de conſidération en faveur de quelques particuliers qui voudroient détourner de faire paſſer le canal dans leurs terres ; comme il y a peu de canaux exempts d'imperfections, on ne ſauroit trop prendre de meſures pour ne pas tomber dans les mêmes défauts.

Cependant, il faut, autant que l'on pourra, éviter que le canal ne traverſe des étangs & des marais, par la difficulté de le creuſer & de former des digues ſolides pour le chemin du tirage, & c'eſt le cas où il ne faut pas héſiter de lui faire faire quelques circuits pour en côtoyer les bords ; mais ſi l'on étoit obligé à un trop grand écart, il faudra voir quelles ſont les meſures qu'on pourra prendre pour deſſécher ces marais, avant que de travailler au canal, en ſe conformant aux inſtructions qu'on trouvera ſur ce ſujet dans la ſection ſuivante.

1109. Quand on veut joindre deux rivieres par un canal qui doit traverſer un pays de plaine, & qu'une des rivieres ſe trouve ſupérieure à l'autre, comme cela arrive ordinairement, étant fort rare qu'elles ſe rencontrent de niveau, on n'eſt point en peine d'avoir de l'eau ſuffiſamment pour remplacer celle que dépenſeront les écluſes, parce qu'il eſt à préſumer que la riviere ſupérieure en fournira aſſez. Pour profiter de cet avantage, qui eſt d'un grand prix, on n'héſite point d'approfondir auſſi bas qu'il convient les endroits du pays plus éminens que le reſte, ſi on n'a pu les éluder, pour ſe ſoutenir à-peu-près au même niveau de l'horiſon, pourvu que ces éminences ne jettent point dans une dépenſe trop forte. C'eſt ainſi que nous avons dit qu'on en avoit uſé au canal de Picardie pour joindre les rivieres de Somme & d'Oiſe, dont la premiere ſe trouve de ſoixante-neuf pieds ſupérieure à la ſeconde.

Quelles ſont les attentions qu'on doit avoir pour établir le point de partage.

S'il arrive au contraire que le pays qui ſépare deux rivieres ou deux mers ſe trouve, comme au canal royal de Languedoc, bien plus élevé que chacune d'elles priſes aux endroits où l'on veut les joindre, il faut alors de néceſſité que le canal, au lieu d'aller toujours en deſcendant d'une extrêmité à l'autre, par les chûtes que forment les écluſes, ait ſon point de partage entre les mêmes extrêmités, & que le reſte ſoit diviſé en deux parties, chacune d'elles deſcendant par caſcade vers le terme où elle doit aboutir.

Il faut donc, quand on veut former le projet d'un canal qui ſe trouve dans le cas précédent, 1°. commencer par chercher l'emplacement le plus favorable au point de partage. 2°. Qu'il ſoit inférieur à tous les endroits d'où l'on pourra tirer des eaux de ſources, rivieres & ruiſſeaux qu'on ſera le plus à portée d'y conduire par des rigoles. Que ces eaux ſoient intarriſſables & aſſez abondantes pour fournir dans le courant de l'année, ſurtout dans le tems des ſéchereſſes, non-ſeulement à une navigation proportionnée au commerce qu'on a lieu d'attendre du canal projetté, mais encore à toute la conſommation qui ſe fera de la part des tranſpirations, évaporations & pertes par les portes des écluſes, qui ne ſont jamais parfaitement étanches, quelques précautions qu'on apporte en les conſtruiſant. 4°. Pour plus d'aſſurance, il faut avoir encore une moitié ou un tiers de ces eaux au-delà de l'eſtimation qu'on aura faite de la conſommation totale, puiſque le ſuccès du canal dépend de leur abondance.

Indépendamment des eaux qu'on tirera du point de partage,

il ne faut pas négliger celles qui pourroient s'introduire dans le canal, provenant des petites rivieres & ruiſſeaux que l'on rencontrera en chemin, quand le niveau de leur lit s'accordera avec celui du canal : elles ſeront d'autant plus avantageuſes pour ſa nourriture qu'elles répondront aux parties plus élevées. Il eſt vrai que les écluſes du ſommet ne s'en reſſentiront pas, puiſqu'il n'y a que le point de partage ſeul qui puiſſe les entretenir, mais elles contribueront à la nourriture de celles d'en bas. Si ces eaux reçues ainſi par intervalles ſont plus abondantes que la conſommation ne l'exige, on n'en conſervera que la partie néceſſaire, & on laiſſera décharger le ſuperflu par des épanchoirs ménagés dans les endroits les plus convenables ; mais l'on a vu (article 1089) combien il importoit de ne recevoir que des eaux de ſource non ſujettes à devenir troubles, & jamais celles qui venant de la pluie & de la fonte des neiges, ne ſe raſſembleroient qu'après s'être chargées de limon qui combleroit bientôt le canal ; c'eſt pourquoi il ne faut admettre de ces dernieres que dans les cas d'une néceſſité indiſpenſable.

Maniere d'eſtimer les eaux que le canal dépenſera pour le paſſage des bateaux par les écluſes.

1110. Pour naviger ſur un canal tel que celui dont nous parlons, où il faut que les bateaux montent & enſuite redeſcendent, on croit communément que la conſommation de chacun ne va qu'à deux écluſées, l'une pour l'entrée & l'autre pour la ſortie, ce qui n'eſt vrai que dans le cas où les écluſes ſeroient continuellement chargées ; au lieu que ſi pour ſoulager leurs portes, on ne veut pas que les ſas ſoient toujours remplis d'eau, la dépenſe ſera bien plus conſidérable pour la montée que pour la deſcente. En effet, la même écluſée ſuffira pour faire deſcendre un bateau pluſieurs chûtes de ſuite, ou ſéparées, dès que les ſas ſeront de pareille grandeur, parce qu'en vuidant le ſupérieur on remplit l'inférieur ; au lieu qu'on ne peut faire paſſer l'eau du ſas inférieur ſucceſſivement dans les ſupérieurs, qui ne ſe rempliſſent, pour y faire monter les bateaux, qu'aux dépens du point de partage ; c'eſt pourquoi il faut de néceſſité avoir égard à ces circonſtances dans l'eſtimation que l'on fera de la conſommation des eaux.

Eſtimation de la perte que feront les eaux par les évaporations, qui vont à trente-deux pouces de hauteur

1111. A l'égard des évaporations, on a reconnu par des expériences faites avec beaucoup de ſoin, qu'elles alloient par chaque année aux environs de trente-deux pouces de diminution de hauteur d'eau : ſur quoi il eſt à remarquer que les plus conſidérables ſe font depuis le commencement d'avril juſqu'à la fin de ſeptembre, & les moindres dans les autres ſix mois ſui-

vans, ce qui eſt bien naturel. Quant aux pertes par les tranſpirations, il n'eſt guere poſſible de les eſtimer exactement, puiſqu'elles dépendent de la nature du terrein où ſeront ſitués les réſervoirs du point de partage & le canal lui-même ; c'eſt pourquoi il faut examiner ſcrupuleuſement s'il contiendra l'eau, & ce que l'on pourra faire ſi étant aride & ſpongieux, il venoit à les perdre continuellement. Il y en a qui étant une fois bien abreuvés, gardent enſuite l'eau ſans une diminution marquée, au lieu qu'il s'en rencontre d'autres où elle ſe perd ſenſiblement, quelque précaution qu'on prenne de les battre pour en reſſerrer les pores. La ſeule reſſource qui reſte, lorſque cela ne ſe rencontre qu'en certains endroits qui n'ont pas beaucoup d'étendue, eſt d'y faire des conrois de glaiſe ; autrement ſi cette ſujétion avoit lieu par-tout, les frais qu'elle occaſionneroit ſeroient inſoutenables, & obligeroient de changer de deſſein. Cet examen eſt de la derniere conſéquence, c'eſt pourquoi l'on ne ſauroit y apporter trop d'attention, auſſi bien que ſur la variation des eaux dont on ſe propoſe de diſpoſer ; pour y parvenir il faut ſouvent ſe porter ſur les lieux pour juger de leur état dans les différentes ſaiſons de l'année, tirer des gens du pays toutes les connoiſſances que l'expérience leur aura fournies, ſans en juger avec précipitation, comme cela n'arrive que trop à la plupart de ceux qui ſe mêlent de faire des projets de canaux.

d'eau par année commune.

1112. Il ne faut compter ſur le produit des ſources qu'autant qu'on aura obſervé juſqu'où peut aller leur altération ; l'on a reconnu par un grand nombre d'expériences que s'il ſe paſſe deux mois ſans pleuvoir, la plupart diminuent de moitié, qu'au bout de quatre mois de ſéchereſſe leur diminution eſt des trois quarts, & même que pluſieurs tariſſent & ne reviennent dans leur premier état que quelque tems après des pluies abondantes. C'eſt pourquoi s'il arrivoit qu'il y eût dans le pays une riviere aſſez élevée, d'où l'on pût dériver des eaux pour fournir le canal en tout tems, il faudroit ſans héſiter lui donner la préférence ſur tous les autres moyens moins aſſurés, ſans ſe laiſſer effrayer par la diſtance où elle ſe trouveroit du point de partage, puiſqu'on ſera bien dédommagé de la dépenſe par le ſurcroît de revenus que produira la navigation.

Il faut peu compter ſur l'uniformité du produit des ſources. Quelles ſont les altérations qui leur arrivent ſelon la durée des ſechereſſes.

Si l'on étoit privé de cet avantage, il faudroit faire enſorte d'y ſuppléer par des étangs & des amas de toutes les eaux des fontaines & ruiſſeaux qui pourront ſe raſſembler, moyennant pluſieurs rigoles devenant autant de rameaux des principales,

qui aboutiront au point de partage. Dans un pays montueux où il y auroit beaucoup de ſources & de ruiſſeaux, ſi les montagnes formoient des encuvemens propres à ſervir de réceptacles aux eaux, en les ſoutenant par de fortes digues, & qu'on pût y en raſſembler une grande quantité, il faudroit y ménager des réſervoirs proviſionnels, pour y avoir recours dans les tems de ſéchereſſe, au défaut de ceux deſtinés à la dépenſe ordinaire du canal.

Eſtimation de la vîteſſe de l'eau relativement à la pente que l'on donnera aux rigoles.

1113. Comme il faut que la vîteſſe de l'eau que l'on amenera de loin ſoit proportionnée au chemin qu'elle aura à faire pour ſe rendre au réſervoir de diſtribution dans un tems déterminé, on ne peut donner aux rigoles qui ſeront à-peu-près en ligne droite moins de ſix pouces de pente par cent toiſes, que l'on augmentera d'un ou deux pouces ſur le même intervalle, lorſque les rigoles auront beaucoup de ſinuoſités. Sur quoi il eſt bon d'être prévenu que lorſqu'elles auront huit à neuf pouces de pente par cent toiſes, on a reconnu au canal de Languedoc, que l'eau parcouroit environ mille toiſes par heure : c'eſt à quoi il faut bien prendre garde en choiſiſſant la poſition des réſervoirs où ſe rendront les eaux, pour que le fond n'en ſoit point aſſis trop bas, eu égard au point de partage.

Suppoſant qu'on puiſſe diſpoſer les choſes au plus favorable, il n'en faudra pas moins donner au baſſin de diſtribution le plus d'étendue qu'il ſera poſſible, afin que contenant un plus grand volume d'eau, la conſommation qui s'en fera pour le paſſage d'un certain nombre de bateaux, ſoit remplacée aſſez promptement par celle qui viendra de loin, pour qu'il n'y arrive jamais une diminution trop ſenſible.

Comme pluſieurs canaux manquent d'eau dans certains tems de l'année, & n'occaſionnent qu'une navigation languiſſante, leur exemple doit rendre extrêmement circonſpect ſur tout ce qui appartient au point de partage, & il ne faut pas trop ſe fonder ſur celle qu'on pourra raſſembler de la part des pluies & de la fonte des neiges, dont on ſentira le peu de reſſource en faiſant attention aux remarques ſuivantes.

Exemple remarquable, qui montre combien l'on doit peu compter ſur l'amas des eaux de pluie ou de la fonte

1114. M. Colbert, ſur-intendant des bâtimens du roi, voulant mettre à profit les eaux du ciel qui tomberoient ſur les plaines de *Satori*, de *Saclé*, de *Trappe*, d'*Arcy*, &c. qui ont au moins ſix lieues quarrées de ſuperficie, y fit faire un nombre infini de rigoles, afin de les raſſembler dans pluſieurs grands étangs ou réſervoirs, & de-là les conduire à Verſailles pour le

jeu des eaux du parc; mais après tous ces grands travaux finis, on fut fort surpris de voir qu'il n'y en arrivoit pas à beaucoup près la quantité sur laquelle on avoit compté; ce qui a donné lieu à la machine de Marly pour en tirer de la Seine, & à l'aqueduc de Maintenon qui en amene de la riviere d'Eure; cependant que n'avoit-on pas lieu d'attendre de celles que recevoit un espace de six lieues quarrées multipliées par *dix-huit pouces de hauteur d'eau que les pluies fournissent année commune*, montant à 9420000 toises cubes, qui avoient paru d'abord, dans l'estimation, devoir être plus que suffisantes à leur destination ?

des neiges pour la dépense des écluses.

1115. Quand on veut dériver une partie des eaux d'un fleuve pour former un canal de navigation, il faut par un nivellement voir si le lieu où elles doivent aboutir est inférieur à celui où l'on se propose de faire la saignée; si cela n'étoit pas, il faudroit remonter cette riviere jusqu'au terme de supériorité dont on aura besoin. Si elle avoit peu de pente & qu'il fallût aller trop loin pour gagner celle qu'on voudra se procurer, il faudra voir si en la barrant par une digue, on ne pourra pas la faire gonfler à une hauteur suffisante; mais il ne faut prendre ce parti, qu'après avoir bien examiné s'il n'en résultera pas quelques grands inconvéniens : par exemple, si dans le tems des crues les eaux ne déborderont point dans le pays, & si l'on pourra ménager à l'endroit de cette digue un sas avec des écluses, pour ne point interrompre la navigation, au cas que la riviere en soit susceptible. Le mieux seroit de mettre à profit un pont de maçonnerie s'il s'en recontre un à portée de-là, ou d'en construire un exprès, si le besoin du pays l'exigeoit, afin d'y ménager des écluses pour soutenir les eaux, & d'avoir la liberté de les lâcher quand on le voudra, comme nous en donnerons un exemple par la suite.

Attention qu'il faut avoir en voulant dériver les eaux d'un fleuve pour les introduire dans un canal de navigation, afin qu'il n'en résulte pas d'inconvéniens.

Il ne faut pas moins de circonspection pour le choix de l'endroit où l'on fera l'embouchure du canal, de crainte que lors des fortes crues les eaux n'y passent en trop grande abondance, & ne fassent une irruption capable de leur faire abandonner entiérement leur ancien lit, s'il avoit moins de pente que le terrein par où elles doivent passer, comme nous avons dit, dans l'article 707, que cela étoit arrivé au Rhône en l'année 1711.

1116. Pour empêcher ce malheur, il faut faire à l'embouchure du canal un sas à écluse, pour soutenir les eaux de la riviere & en même tems faciliter le passage de bateaux, à quelque hauteur que soient ces eaux; on placera cette embouchure dans un endroit où il y aura le moins d'inconvéniens à craindre de la part

Il faut une écluse à l'embouchure du canal pour faciliter en tout tems le passage des bateaux,

& faire enſorte qu'il ne s'encombre point par le limon des eaux troubles.

des attériſſemens & des courans contraires à l'entrée & à la ſortie des bateaux.

Si les eaux du fleuve devenoient fort troubles dans le tems des crues, & qu'il y eût à craindre que par la ſuite leur limon ne comblât le canal, il faudra voir ſi près de là on ne pourra point ménager un grand réſervoir, répondant à la riviere par une rigole, ayant une écluſe à vanne, afin que les eaux en ſéjournant dans ce réſervoir, ſe purifient avant que de les faire paſſer dans le ſas à l'aide d'une autre rigole. Par ce moyen le canal ne recevra jamais que des eaux claires, & l'on en ſera quitte pour faire curer le réſervoir quand il le faudra, ſans que la navigation ſoit interrompue, parce qu'on pourra prendre le tems des ſéchereſſes où les eaux des rivieres ſont ordinairement exemptes du mauvais effet que l'on veut éviter.

S'il ne s'agiſſoit que d'une ſimple rigole pour dériver des eaux deſtinées à fournir le point de partage d'un canal éloigné de la riviere, on pourra, à l'aide d'une écluſe à vanne, dont le radier ſera placé relativement aux plus baſſes eaux, n'en tirer que la quantité qu'on voudra & quand on le voudra; alors on ſera libre de leur donner la pente que le terrien pourra offrir, en faiſant enſorte qu'elles ne reçoivent point en chemin celles des ravines qui pourroient les troubler.

J'ajouterai que quand le terrein n'a que peu de pente, il faut donner aux rigoles le plus de profondeur que l'on pourra, en les faiſant moins larges, afin que les eaux ayant plus de chaſſe gagnent de la viteſſe; ſans compter qu'elles perdront moins de la part de évaporations, & que leur lit ſera moins ſujet à s'exhauſſer, ſuivant ce qui a été dit, article 994.

Obſervations ſur ce qui regarde la carte du chemin par lequel le canal doit paſſer.

1117. Après avoir déterminé le chemin qu'on aura trouvé convenable de faire ſuivre au canal, eu égard à toutes les conſidérations précédentes, il faudra en faire une carte particuliere ſur une grande échelle, pour pouvoir marquer tous les objets qui auront rapport à l'entrepriſe, afin de faire un terrier où ſoit diſtinctement rapporté l'arpentage du terrein que l'on ſera obligé de prendre, dont les parties ſeront déſignées par des numeros relatifs à l'état que l'on fera de leur valeur eſtimée juridiquement par les experts nommés. On accompagnera cette carte d'un profil général qui regne d'un bout à l'autre du canal, paſſant par le milieu de la largeur qu'il doit occuper, afin de connoître les fonds, les éminences, par conſéquent les pentes & contrepentes; on fixera en conſéquence la poſition des écluſes, rigoles, réſervoirs,

ſervoirs, aqueducs, déverſoirs, ponts, &c. Il faut avoir auſſi d'autres profils coupés au travers du canal, & que l'on étendra auſſi loin que la conſéquence des objets l'exigera, relativement au contrefoſſé pour l'écoulement des eaux étrangeres. On accompagnera ces profils de mémoires comprenant tout ce qui doit ſervir de canevas au devis général, principalement les ſondes qu'on aura faites pour juger de la qualité du terrein qu'il faudra fouiller, afin de connoître à peu près le prix moyen de la toiſe cube des déblais.

Il ne faut point oublier d'examiner, chemin faiſant, les qualités des matériaux qu'on pourra tirer du pays, s'ils ſont à portée des endroits où ils devront être employés, & de faire un état particulier de leur prix rendu ſur les atteliers, & de celui de la journée des ouvriers de toute eſpece, afin de pouvoir faire ſur les plans & profils de chaque nature d'ouvrage, un avant-toiſé qui donnera des connoiſſances préliminaires pour dreſſer le devis général, & qui ſervira de baſe au marché que l'on paſſera avec les entrepreneurs.

Quel eſt l'ordre que l'on doit obſerver dans le devis qui doit accompagner la carte & les profils des nivellemens.

1118. Toutes ces choſes ſuppoſées, on travaillera à la premiere partie du devis, qui doit commencer par la longueur totale du canal qu'on diviſera en pluſieurs parties, priſes immédiatement de ſuite, ayant pour terme les lieux conſidérables, comme rivieres, étangs, villes & bourgs, qui ſe rencontreront en chemin. Dans chacune de ces parties, on marquera la longueur & la profondeur des déblais pour le canal, les contrefoſſés, rigoles, &c, la nature du terrein, avec le produit de la fouille écrit en marge, & la maniere dont les terres devront être employées ſelon leur qualité, ce que l'on trouvera expliqué dans la ſection ſuivante. On y fera encore mention de la diſpoſition & de la valeur des chûtes diſtribuées le mieux qu'il ſera poſſible pour ne point faire de fouille inutile, auſſi bien que des ſas accollés ou ſéparés, des aqueducs, déverſoirs, & écluſes pour l'entrée & la ſortie des eaux que le canal recevra par les côtés, des ponts de maçonnerie & de charpente; en un mot, de tous les ouvrages qui doivent avoir lieu ſur la longueur du canal, chacun déſigné par le nom du lieu le plus prochain.

Dans la ſeconde partie du même devis, on rappellera les ouvrages précédens, dont la façon doit être amplement expliquée, accompagnés de leur prix, afin que leur totalité jointe à ce qui appartient à la fouille des terres & aux indemnités du terrein, faſſe voir la dépenſe générale de l'entrepriſe.

SECTION SECONDE.

Où l'on continue de donner des maximes sur les canaux, principalement au sujet de la fouille & de l'emploi des terres.

Dimensions qui conviennent à un canal de navigation creusé dans un pays de plaine.

1119. Supposant qu'il s'agisse d'un canal propre à la navigation des plus forts bateaux qui ont ordinairement lieu sur les rivieres, il faut le creuser de maniere qu'il ait par tout cinq pieds de profondeur d'eau, ou au moins quatre & demi, & que ses bords en surmontent de deux pieds le niveau, par conséquent qu'ils soient élevés de sept pieds au-dessus du fond, dont la largeur sera de six toises, revenant à neuf toises trois pieds par le haut, afin que les bords aient dix pieds six pouces de talud, c'est-à-dire une fois & demie leur hauteur.

Ses deux digues auront chacune trois toises d'épaisseur au couronnement, servant de chemin de tirage, & six pouces de pente du côté de la campagne : leur talud intérieur sera d'un pied & demi pour pied, comme nous venons de le dire, & l'extérieur de pied pour pied seulement; les bermes auront neuf pieds de largeur avec un talud de deux pieds pour pied, & la largeur des contrefossés sera proportionnée au besoin qu'on aura des terres.

Avant que de les employer pour former les digues, on piochera le terrein naturel jusqu'au vif, & on en ôtera tous les gazons, souches, broussailles, & autres choses qui pourroient empêcher la liaison des nouvelles terres avec le terrein naturel; elles seront portées & battues à la dame par lits d'un pied de hauteur, toutes les mottes brisées avec soin, & les gazons qui proviendront de la fouille du canal ou des contrefossés seront rangés sur le talud extérieur des digues.

Maniere de juger de la capacité des contrefossés sur la quantité d'eau des pluies d'orages. Expériences faites à cet égard.

1120. Comme il n'arrive pas toujours que le terrein par où passera le canal se rencontre de niveau sur les côtés, il faut de nécessité faire un contrefossé le long de la digue qui répondra aux collines, pour faciliter l'écoulement des eaux de la campagne, afin que le canal ni le pays n'en soient point incommodés; on le trace parallelement à cette digue, dont il doit être séparé du pied extérieur par une berme assez large pour les assurer & empêcher les transpirations des eaux du canal. Il faut, pour prévenir tout accident, régler la capacité des contrefossés sur l'étendue & la roideur de la pente du pays dont ils recevront les eaux

dans le tems des pluies d'orages, afin d'avoir égard à l'abondance & à la vîteſſe de celles qui s'y raſſembleront ſubitement. Pour en juger, il eſt bon d'être prévenu que pendant quatorze ans de ſuite, M. le maréchal de Vauban ayant fait faire à la citadelle de Lille, des expériences ſur la quantité d'eau que produiſoient les médiocres & les groſſes pluies, on a reconnu qu'à la fin de la durée des premieres, il étoit tombé depuis ſix juſqu'à dix lignes de hauteur d'eau, & que les ſecondes en fourniſſoient depuis quinze juſqu'à dix-ſept; ainſi l'on peut moyennement prendre douze lignes pour la meſure commune, ce qui donne trois pieds cubes d'eau par toiſe quarrée de ſuperficie. Cela étant, ſi l'on ſuppoſe un côteau dont la baſe horiſontale du talud ſoit de ſoixante toiſes de longueur ſur une de largeur, qui font ſoixante toiſes quarrées de ſuperficie, & qu'on les multiplie par trois, le produit donnera cent quatre-vingt pieds cubes pour la quantité d'eau que chaque toiſe courante du contrefoſſé doit recevoir s'il étoit obligé de la contenir entiérement, comme cela arriveroit ſi elle ne pouvoit s'écouler que fort lentement; alors il faudroit que la ſuperficie de ſon profil fût au moins de trente pieds quarrés, pour ne point déborder. En partant de cet exemple, on pourra régler la largeur & la profondeur des contrefoſſés, relativement au plus ou moins de facilité que les eaux auront à s'écouler par les aqueducs & autres débouchés qu'on leur aura ménagé, de crainte que les digues du canal qui empêcheront leur épanchement ordinaire, ne faſſent naître des inondations préjudiciables à la campagne, ſur-tout aux habitations voiſines, ce qu'il faut ſoigneuſement prévenir.

Quel eſt le parti qu'il faut prendre, lorſque le canal doit paſſer par un lieu plus éminent que ſa profondeur.

1121. Quand des parties du canal ſe trouveront enfoncées dans le terrein naturel à plus de ſept pieds de profondeur, on fera une plate-forme dans laquelle on le creuſera, auſſi bien que le chemin du tirage, qu'on ménagera de chaque côté, & auquel on donnera trois toiſes de largeur & ſix pouces de pente du côté du pays, comme on doit le faire pour les digues & les terres qui proviendront de cette fouille, leſquelles ſeront rangées & régalées à droite & à gauche, enſorte que les eaux étrangeres ne puiſſent couler dans le canal.

S'il paſſoit au travers d'une montagne où la fouille fût beaucoup plus profonde que de coutume, après avoir pris ſur chaque bord la largeur du chemin pour le tirage, on fera le déblais du reſte toujours en talud d'un pied & demi ſur pied, s'il eſt queſtion de terre ordinaire, ménageant par caſcade des

retraites de six pieds de largeur élevées d'environ quinze pieds les unes au-dessus des autres, & l'on portera les déblais à deux toises de distance du bord supérieur, pour qu'il n'en retombe point dans le canal lors des fortes pluies. On jugera de cette disposition en considérant les fig. 2, 3 & 5 de la planche LII, qui représente le profil, le plan & l'élévation d'un bout de canal passant au travers d'une montagne, dont le sommet X, X, est supposé élevé de cinquante pieds au-dessus du fond, dans un endroit où il faudroit un pont pour la communication du pays; c'est de quoi nous ferons une mention plus particuliere dans le neuvieme chapitre.

Pl. LII. Fig. 2, 3 & 5.

Cependant comme il faut ménager les déblais autant qu'il sera possible, on sent bien que le talud d'un pied & demi pour pied ne doit avoir lieu, non plus que les retraites, que pour empêcher les éboulemens, & qu'il faut diminuer ce talud selon que le terrein sera d'une plus forte consistance, non seulement dans le cas que nous supposons, mais aussi dans un pays de plaine. Par exemple, si le terrein se trouvoit de marne dure, ou de tuf bien lié, qui ne se détachât point en tems de pluie & de dégel, il suffira de donner aux bords du canal six pouces de talud par pied, & seulement trois quand il sera creusé dans le roc; alors il faut ménager par intervalles des rampes pour descendre dans le fond quand on voudra le nettoyer. On peut même diminuer la voie du tirage, & ne lui donner que douze pieds, lorsqu'elle se trouvera beaucoup au-dessous du rez-de-chaussée de la campagne, & en suivant le même esprit d'œconomie, rétrécir la largeur du canal dans toute la partie qui sera creusée dans le roc, & la réduire pour le passage d'un bateau seulement avec un ou deux dégagemens, en forme de bassin, ménagés de côté pour la retraite des bateaux qui pourroient se rencontrer en opposition.

Etablissement du canal dans les endroits plus bas que n'en doit être le fond, & dans quel cas il faut le faire passer sur un pont aqueduc.

1122. Dans les parties où le terrein se trouvera au-dessous du fond du canal, on nettoiera la place comme il a été dit, & on y rapportera ensuite les terres nécessaires pour établir une plate-forme au niveau convenable; toutes ces terres seront battues à la dame par lits d'un pied d'épaisseur : on n'y souffrira aucun mêlange de pierre, tuf, sable, gazon, racines, ou autres choses qui pourroient causer des transpirations. Sur cette plate-forme on élevera les digues du canal à l'ordinaire, en laissant une berme, de chaque côté, de deux toises de largeur, jusqu'au contrefossé où l'on prendra les terres.

On fera des conrois établis à plomb ſur le bord intérieur de la digue, fondée à la profondeur d'un pied au moins dans le terrein vif, ſur quatre pieds de largeur, lorſque les terres des digues ſeront de bonne qualité, & de ſix pieds, lorſqu'elles auront peu de conſiſtance. Ces conrois ſeront élevés d'un pied au-deſſus de la ſuperficie des eaux du canal; on les formera de terre-glaiſe ou franche, battue à la dame, par lits de ſix pouces de hauteur, & on la mouillera à chaque lit en l'élevant en même tems que la digue.

Quelque ſoin qu'on ait apporté pour faire ſolidement ce travail, il faut laiſſer repoſer long-tems les terres pour qu'elles prennent leur affaiſſement avant que de mettre de l'eau dans le canal à la hauteur où elle doit reſter, & n'en lâcher d'abord que par intervalles afin de les humecter; autrement il ſeroit dangereux qu'il ne s'y formât des breches, leſquelles pourroient entraîner la ruine entiere des cantons voiſins qui ſeroient en danger d'être ſubmergés par la ſubite abondance des eaux, ſur-tout ſi le biais qui lui répond étoit fort long. Pour plus de ſûreté, il convient de faire un batardeau proviſionnel à chaque extrémité de la partie critique, avec une petite écluſe à vanne dans le milieu, pour n'y lâcher les eaux que par gradation, afin de l'éprouver, parce qu'en cas d'accident il n'y aura que les eaux qu'elle comprendra qui pourront s'évacuer ſans faire un grand dommage; au lieu que ſi la plus grande partie de celles du canal venoit à s'échapper, quel malheur n'en réſulteroit-il pas? Et où en ſeroient les intéreſſés du canal, s'ils étoient tenus de dédommager tous ceux qui auroient ſouffert de cette irruption?

Si le vallon que l'on veut traverſer étoit fort bas, qu'il n'eût que peu de largeur, & qu'il ſervît de lit à une riviere ou à un torrent, le meilleur parti ſeroit de faire paſſer le canal ſur un pont-aqueduc qui laiſſeroit un libre paſſage aux eaux courantes : c'eſt pourquoi l'on doit être bien informé de l'effet des plus fortes crues qui paſſeront par deſſous, afin de leur ménager aſſez d'iſſue pour ne pas les faire refluer, de crainte que leur charge n'entraîne la ruine de l'aqueduc.

Quand il faudra faire paſſer un canal dans un marais plus bas que n'en doit être le fond, on le relevera juſqu'à ſon niveau par une plate-forme, mais beaucoup plus large que la précédente, ſi les terres ſont ſans ténacité; c'eſt pourquoi on ne pourra donner à cette plate-forme moins de vingt-ſix toiſes de largeur, & l'on élevera ſur cette plate-forme les deux digues qui auront

cinq toiſes d'épaiſſeur au ſommet; on prendra les terres néceſſaires à leur conſtruction dans les contre-foſſés, en laiſſant des bermes de dix toiſes de largeur pour ſuppléer à leur peu de ſolidité.

Obſervation ſur la maniere de creuſer un canal dans un terrein de tourbe. Evénement remarquable arrivé à cette occaſion.

1123. Le terrein aquatique qui demande le plus d'attention quand on veut le creuſer, eſt celui de tourbe, étant dangereux de l'éventer, lorſque ſes côtés ſont chargés du poids de quelques édifices, comme on en va juger par cet exemple. En 1736, le magiſtrat d'Amiens voulant faire curer la riviere de Somme dans la partie qui traverſe cette ville, où elle eſt renfermée entre deux quais bordés de maiſons, on en détourna les eaux en les faiſant paſſer par un autre bras : lorſqu'elle fut à ſec, on rangea dans ſon milieu une file de pionniers, qui commencerent par creuſer une tranchée de quatre ou cinq pieds de profondeur ſur ſix de largeur. Comme le lit de cette riviere eſt un banc de tourbe d'environ dix pieds d'épaiſſeur, on fut bien ſurpris de trouver le lendemain matin cette tranchée rétrécie de moitié, & de voir que les deux quais, ainſi que les maiſons, avoient fait en avant un petit mouvement, dont la continuation en auroit entraîné la ruine entiere dans le courant de la journée : mais heureuſement une perſonne qui connoiſſoit cette nature de terrein, aſſura que le ſeul remede pour arrêter les ſuites de cet accident étoit de remettre au plutôt l'eau dans la riviere, pour remplir les pores de la tourbe; en effet, auſſi-tôt qu'elle y fut rentrée, l'équilibre ſe rétablit, les édifices précédens n'ayant pas bougé depuis.

On peut déduire de cet exemple que, pour pratiquer un canal dans un terrein tourbeux, il faut le creuſer par parties, laiſſant de huit en huit pieds des témoins en maniere de cloiſon, d'environ deux pieds d'épaiſſeur ſur toute ſa largeur, pour en ſoutenir les bords contre la pouſſée du poids des digues, pendant que l'on travaillera à ſec. Pour cela, il faut diviſer les intervalles précédens par d'autres petites cloiſons tranſverſales, afin d'avoir la facilité d'épuiſer l'eau de chaque compartiment à meſure qu'on les approfondira, & la laiſſer enſuite entrer quand on aura déblayé juſqu'au fond, pour n'avoir plus à craindre la pouſſée latérale. A l'égard de toutes ces cloiſons, dont les ſurfaces doivent être à plomb parce que la tourbe n'eſt point ſuſceptible d'éboulement, il ſera aiſé de les enlever moyennant l'uſage d'une machine auſſi ſimple qu'ingénieuſe, imaginée par M. le duc de Chaulnes, pour tourber au fond de l'eau juſqu'à la

profondeur de douze pieds, par une manœuvre fort expéditive, & qui a eu tout le ſuccès que ce ſeigneur avoit lieu d'en attendre.

Difficultés de faire paſſer un canal au travers d'un étang.

1124. L'ouvrage le plus pénible eſt d'établir ſolidement un bon chemin de tirage le long d'un canal qui paſſeroit au travers d'un étang; il eſt vrai que l'on en vient à bout à force de tranſporter des terres, comme l'on fait pour former une chauſſée; ſur quoi il eſt bon d'obſerver que ſi le fond étoit un banc de tourbe, & que la profondeur de l'eau fût ſuffiſante pour la navigation, il n'en ſoutiendra pas moins le poids de la digue, parce que quand elle n'eſt point éventée, & qu'elle ſe trouve couverte d'un lit de terre ou de gravier d'environ trois pieds d'épaiſſeur, comme cela eſt aſſez ordinaire, on y bâtit hardiment des maiſons; à plus forte raiſon ſoutiendra-t-elle une digue ſans fléchir.

Si l'eau n'avoit point aſſez de profondeur, & qu'il fallût creuſer le canal de deux ou trois pieds, on pourroit encore établir la digue ſans danger, en laiſſant par précaution une berme de dix à douze pieds du côté du canal. Au reſte, il faudroit, ſi cela devenoit néceſſaire, ſoutenir cette berme par des pilots & des palplanches, enfoncés le plus avant que l'on pourra dans le bon fond, leurs têtes récépées au niveau des plus baſſes eaux, pour les garantir de la pourriture, le tout bien lié, ſuivant ce qui ſe pratique en pareil cas. A l'égard de la maniere d'approfondir le canal dans un étang qu'on ne pourroit mettre à ſec, on fera uſage des dragues & autres machines dans le goût de celles dont on ſe ſert pour curer les ports.

J'ajouterai qu'il faut bien prendre garde de ne point enfoncer ſans précaution des pilots dans le voiſinage d'un édifice établi ſur un banc de tourbe, de crainte de le trop ébranler & d'en déſunir les parties. Un bourgeois d'Amiens ayant fait reprendre ſous œuvre le pignon de ſa maiſon, bâtie ſur le bord de la riviere de Somme, le maître maçon voulut, pour en aſſurer le pied, y planter une file de pilots dans le tems que les eaux étoient les plus baſſes; mais à peine eut-on commencé d'enfoncer le premier de quatre ou cinq pieds ſeulement, avec un mouton de trois cens livres, qu'un autre pignon qui faiſoit l'équerre avec le précédent, ſe léſarda du haut en bas, ce qui fit diſcontinuer le jeu de la ſonnette, de crainte des ſuites.

Conſtruction des digues ſer-

1125. Les digues qu'il faut faire pour ſoutenir les eaux d'un réſervoir deſtiné à la nourriture du point de partage, doivent

vant à joindre deux montagnes, pour former un réservoir propre à fournir des eaux à un canal.

être conſtruites avec plus de ſoin que les autres, vu l'importance de leur objet: c'eſt pourquoi il convient de n'y employer que de bonnes terres bien battues à la dame, lit par lit, ſans aucun mêlange de gravier ni de ſable. On élevera cette digue de trois à quatre pieds au-deſſus de la ſurface des plus hautes eaux qu'elle ſoutiendra, & on lui donnera vingt pieds d'épaiſſeur au ſommet, obſervant que ſon talud intérieur ait une fois & demie ſa hauteur, & l'extérieur une fois & un quart ſeulement. On élevera, en même tems que les terres, un bon conroi de glaiſe de ſix pieds d'épaiſſeur, dont la profondeur de l'enracinement ſera proportionnée à la hauteur des eaux, pour qu'elles ne puiſſent percer par deſſus.

Autre maniere de conſtruire les digues, à l'imitation de celles du réſervoir de S. Fariol.

1126. Lorſqu'une digue ne doit avoir que quinze à vingt pieds de hauteur, & qu'on a de bonne terre à portée de l'ouvrage, on peut en toute aſſurance ſuivre la conſtruction précédente; mais s'il falloit la faire beaucoup plus haute, il faudroit alors, pour diminuer la prodigieuſe largeur qu'on ſeroit obligé de donner à la baſe, la rétrécir en ſoutenant les terres des deux côtés de la digue par des revêtemens de maçonnerie, & ſe contenter de ne les élever qu'au tiers ou à la moitié de ſa hauteur, comme le montre le profil ACB de la digue DEFG, du réſervoir de S. Fariol, compris entre les montagnes KF & LG (fig. 1 & 3) & donner aux terres qui compoſeront le reſte de l'élévation, un talud proportionné aux précédens, comme aux ouvrages de fortifications à demi revêtement. On peut auſſi, pour plus de ſolidité, élever dans le milieu de l'épaiſſeur de la digue, un mur CM, de trois pieds d'épaiſſeur, qui eſt bien plus propre à interrompre les tranſpirations que ne pourroit faire le meilleur conroi; ce qui a été auſſi ſuivi au même réſervoir, dont la ligne HCI marque le ſommet de la digue, & l'aqueduc AB, celui de la ſortie des eaux (article 1088). Il eſt bon d'obſerver que la ſurface de ces trois murs a été recrépie du côté des eaux d'un enduit de ciment d'un pouce d'épaiſſeur, comme on le pratique pour les chapes au-deſſus des voûtes des ſouterreins, afin d'empêcher que l'action de l'extrême hauteur d'eau de ce réſervoir ne les pût jamais pénétrer.

PL. LII. Fig. 1 & 3.

CHAPITRE

CHAPITRE VIII.

De la conſtruction des ſas pour faciliter la navigation des rivieres & des canaux.

N'AYANT parlé des ſas, dans l'article 1048 & les ſuivans, que pour en donner une idée, il convient d'entrer dans le détail de ce qui appartient à leur conſtruction, qui demande beaucoup de ſoin pour les rendre ſolides, de crainte qu'il ne leur arrive le même accident qu'à celui dont nous avons fait mention, article 1103.

1127. La premiere choſe qu'il faut conſidérer avant que de conſtater le deſſein d'un ſas, eſt de voir la capacité qu'il conviendra lui donner par rapport au nombre de bateaux qu'on voudra y faire paſſer à la fois ; ce qui dépendra de l'abondance des eaux dont on pourra diſpoſer, n'y ayant point de doute que les grands ſas n'occaſionnent beaucoup plus de dépenſe d'eau, à proportion, que les petits ; je veux dire, par exemple, qu'un ſas qui contiendra deux grands bateaux dépenſera plus du double de celui qui n'en contiendra qu'un, comme il eſt aiſé de s'en convaincre par le calcul : ſans parler de la perte du tems que les bateaux arrivés les premiers, mettront quelquefois à attendre que le ſas ſoit plein. Ainſi quand on ſera dans le cas d'économiſer les eaux tirées du point de partage, il n'y a point à héſiter de régler la capacité de chaque ſas ſur celle d'un des plus forts bateaux qui pourront naviger ſur la riviere ou le canal dont il ſera queſtion. Tel eſt le ſas qu'on voit ſur la planche XLIV, dont les développemens ſont trop nettement détaillés pour avoir beſoin d'explication, d'autant mieux que nous les avons encore rapportés ſur les planches XLV & XLVI, qui repréſentent en grand les parties qui entrent dans la compoſition des écluſes ſupérieures & inférieures, dont nous allons donner le devis, tel à-peu-près qu'il a été dreſſé pour ceux du canal de Picardie.

Quand le point de partage ne fournit pas de l'eau en abondance, il faut régler la grandeur des ſas ſur celle d'un des plus forts bateaux qui paſſera par le canal.

1128. La longueur totale AB de l'emplacement des deux écluſes & du ſas, depuis la face des premiers contreforts, à l'entrée EF de l'écluſe ſupérieure, juſqu'à l'extrêmité IK du faux radier de la plus baſſe écluſe, ſera de quarante toiſes.

Dimenſion qu'on doit donner aux ſas, rélativement à la grandeur des

plus forts bateaux qui paſſent ſur les rivieres de France.

Pl. XLIV, fig. 4 & 5.

Le paſſage entre les bajoyers des portes aura vingt pieds ſix pouces de largeur.

L'entrée de l'écluſe ſera formée par deux pans coupés qui auront quatre pieds d'évaſement vers les digues, ſur ſix pieds vers les portes.

Les contreforts E, F qui feront face à l'entrée de l'écluſe, auront quatorze pieds trois pouces de longueur, deux pieds d'épaiſſeur à leur extrêmité, & quatre pieds en racine.

Depuis l'angle du pan coupé entre les bajoyers juſqu'au renfoncement pour loger chaque battant des portes, il y aura trois pieds de longueur.

Les renfoncemens auront treize pieds de longueur & treize pouces de profondeur : ils régneront juſqu'à l'arrondiſſement des chardonnets où ſera le centre de mouvement des pivots. Dans ce renfoncement on en pratiquera un autre de quatre pieds de largeur & de ſix pouces de profondeur pour le logement de la vanne & de ſes couliſſes. Des chardonnets juſqu'au parement du mur de chûte, il y aura quatre pieds de longueur, & deux toiſes depuis l'aplomb de ce mur juſqu'aux pans coupés du ſas. Ces pans coupés ou évaſemens ſeront de ſix pouces, pour donner plus de jeu aux bateaux.

La longueur du ſas entre ces petits pans coupés ſera de vingt toiſes, & ſa largeur de vingt-un pieds ſix pouces ; de l'extrêmité du ſas juſqu'aux chardonnets de l'écluſe inférieure il y aura ſeize pieds de longueur, compris le renfoncement des portes ; de ce point juſqu'aux pans coupés à la ſortie des bajoyers, il y aura ſeize pieds de longueur.

Ces pans coupés ſeront évaſés ſur une ligne d'onze pieds ſept pouces, prolongés de l'alignement du parement des bajoyers, & retournés perpendiculairement de ſept pieds neuf pouces vers les murs, qui ſeront faits parallelement au canal.

Ces murs auront ſix toiſes de longueur juſqu'à l'extrêmité du faux radier, ſeront terminés en aile de part & d'autre vers les digues, & formeront les mêmes angles que les pans coupés : leur longueur ſera de trois toiſes un pied, pour gagner le haut du talud de la digue du canal.

Les bajoyers de l'écluſe ſupérieure auront huit pieds d'épaiſſeur, depuis le deſſous de la chûte juſqu'au niveau du ſeuil, & ſix pieds ſeulement depuis le ſeuil juſqu'au-deſſus de la tablette.

La hauteur des mêmes bajoyers ſera de ſept pieds au-deſſus du ſeuil : il ſera fait un contrefort D derriere chaque chardonnet,

de quatre pieds de longueur, cinq pieds de largeur en racine, & quatre pieds en queue.

A l'extrêmité des bajoyers, où commence le ſas, il ſera fait un autre contrefort de quatre pieds de longueur, autant en racine, & trois pieds au bout.

Les murs du ſas auront cinq pieds d'épaiſſeur, depuis la fondation juſqu'à la hauteur de la chûte, & quatre pieds ſeulement juſqu'au couronnement. Cette différence ſera diviſée en deux retraites.

Ils ſeront fortifiés chacun de ſept contreforts eſpacés de quinze pieds de milieu en milieu, & ſemblables aux derniers ci-deſſus.

Les bajoyers de l'écluſe inférieure auront huit pieds d'épaiſſeur juſqu'à la hauteur de la chûte, & le reſte ſera réduit à ſix pieds : leur hauteur ſera de ſeize pieds huit pouces, ainſi que ceux du ſas.

Chaque contrefort des chardonnets ſera comme ceux de la chûte, & les autres comme ceux du ſas.

Les murs des pans coupés, à la ſortie de l'écluſe, auront cinq pieds d'épaiſſeur juſqu'à la hauteur de la chûte, réduits à quatre pieds au-deſſus, & ſeront élevés à la même hauteur que ceux des bajoyers.

Les murs paralleles au canal, le long du faux radier, auront quatre pieds d'épaiſſeur, & ſe termineront en pente ſur les murs en aile qui auront trois pieds d'épaiſſeur & ſept de hauteur, qui ſera celle de la digue.

Conſtruction d'un ſas ſemblable à celui du canal de Picardie pour la jonction des rivieres de Somme & d'Oiſe.

1129. Après avoir fait l'excavation des terres dans l'emplacement des écluſes & des ſas ſuivant la chûte déſignée, on fera la fouille des fondations deux pieds au-deſſous du fond du canal dans la partie au-deſſus de la chûte, & de pareille profondeur au-deſſous du fond du canal inférieur à la chûte.

Cette fondation aura ſix toiſes quatre pieds de longueur, & ſix toiſes ſix pouces de largeur ; elle ſera partagée en deux parties par le mur de chûte fondé trois pieds au-deſſous du fond du ſas, ou canal inférieur.

Pl. XLIV, fig. 1 & 4.

Avant que d'établir la maçonnerie du mur de chûte on battra une file de palplanches VG attachées contre la ventriere I pour former ladite chûte : ces palplanches auront douze à quinze pieds de longueur, ſuivant la qualité du terrein plus ou moins dur.

Après avoir pris cette précaution pour ſoutenir les terres, on remplira la fondation ſupérieure de quinze pouces de hauteur

de maçonnerie de moilon, posé en bain de mortier de chaux & sable. Sur cette maçonnerie on posera une grille de charpente, dont les traversines I, C, auront neuf & dix pouces de grosseur; elles seront espacées de trois pieds de milieu en milieu, & leur longueur sera de vingt-cinq pieds, afin qu'elles puissent entrer au moins deux pieds sous les murs; c'est pourquoi à l'évasement elles auront vingt-six pieds de longueur réduite.

On remplira de pareille maçonnerie la fondation du mur de chûte qui aura huit pieds d'épaisseur. Celle de la partie basse sera de même remplie de maçonnerie à la hauteur de quinze pouces, sur laquelle on établira un grillage semblable au précédent.

Toutes ces traversines seront entaillées de deux pouces à l'endroit du nud du mur pour recevoir une semelle H d'un pied de largeur, & de six pouces d'épaisseur, aussi entaillée de deux pouces, laquelle sera la même figure *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, que le parement de la maçonnerie : elle s'élevera de deux pouces au-dessus des traversines pour arraser le premier plancher.

Lorsque la grille aura été établie de cette façon, l'intervalle entre les traversines sera rempli de maçonnerie de moilon plat ou de briques posées de champ & arrasées par une couche de mortier de chaux & de ciment d'un pouce d'épaisseur, sur laquelle on établira le premier plancher de deux pouces, qui sera recouvert d'un second de pareille épaisseur. On élevera ensuite le mur de chûte, dont le parement sera de pierre de taille, dans lequel on posera trois racineaux O de neuf à dix pouces de grosseur, & de vingt-cinq pieds de longueur. Le premier sera placé au bas du mur à raze du plancher, le second dans le milieu, & le troisieme au sommet. On clouera sur ces racineaux un double bordage Z d'un pouce & demi d'épaisseur qui couvrira le parement de pierre; ce mur de chûte sera monté à plomb à quinze pouces au-dessous du plancher supérieur. Comme la chûte des eaux sera violente, on fera un double radier au pied du mur de chûte, dont les traversines D auront six pouces d'épaisseur, un pied de largeur, & vingt pieds six pouces de longueur. Ces traversines seront attachées sur les premieres C, I, avec de fortes chevilles de fer ébarbées, enfoncées à tête perdue; l'intervalle sera rempli de maçonnerie de briques posées en bain de mortier de chaux & de ciment, dosé par moitié, & recouvert d'un double plancher F de deux pouces d'épaisseur. Ce radier aura quinze pieds de longueur.

1130. Au-devant du radier de l'écluſe ſupérieure, on établira une risberme SR poſée ſur une maçonnerie de quatre pieds de largeur, fondée trois pieds au-deſſous du fond du canal; ſon double plancher ſera attaché ſur deux traverſines de neuf à dix pouces de groſſeur, & de ſix toiſes de longueur. Il y aura un pied de pente du côté du canal.

Il faut à l'entrée de l'écluſe ſupérieure d'un ſas faire une risberme, & planter avec ſoin des files de palplanches pour garantir le radier & le mur de chûte de la filtration des eaux. Pl. XLIV, fig. 4.

Le devant de la risberme ſera bordé d'une file de palplanches SG de ſix pieds de longueur, de même que le radier contre lequel elle ſera adoſſée : on en battra deux autres files au-deſſous, l'une au pied du parement du mur de chûte, & la derniere à l'extrêmité du radier.

Sur le derriere de chaque traverſine du premier radier, ſous la chûte, on enfoncera ſix palplanches à diſtance égale pour la ſolidité de l'ouvrage, & trois ſeulement pour retenir les autres traverſines appartenant au plancher du ſas.

Lorſque les traverſines auront été arraſées par la maçonnerie, on poſera ſur le mur de chûte l'aſſemblage du buſc de l'écluſe ſupérieure; il ſera compoſé d'un ſeuil L, de deux arbalêtriers N ou V, & du poinçon M, aſſemblés par embrevement & renfort, comme on le voit dans la figure 6 de la planche XLVI. Ce buſc excédera le plancher de huit pouces pour ſervir de battée à la porte.

Le ſeuil aura ving-cinq pieds de longueur & vingt pouces de groſſeur, & ſera taillé à vive arête.

A dix pieds huit pouces ſix lignes du milieu de ſa face ſupérieure ſeront les centres des pivots des portes, dont les crapaudines, (figure 2 & 3, planche XLV) ſeront encaſtrées dans les enfoncemens taillés dans le même ſeuil ſur huit pouces de hauteur, & ſur un diametre de onze pouces; le poinçon M, aſſemblé dans le milieu du ſeuil, ſaillira hors de l'alignement du centre des pivots, de quatre pieds huit pouces, & formera avec les deux arbalêtriers N un angle obtus; ces pieces auront la même groſſeur que le ſeuil.

Il ſera fait des rainures de quatre pouces de largeur & trois pouces de profondeur à huit pouces au-deſſous de la face ſupérieure du poinçon & des arbalêtriers, pour recevoir les bouts du double plancher TV du radier. Derriere le ſeuil, ſur le reſte de l'épaiſſeur du mur de chûte, on poſera un double plancher YP de deux pouces d'épaiſſeur, cloué ſur les racineaux K, Q, l'un poſé au ſommet du mur, & l'autre le long du ſeuil, enſorte que ce plancher ſaille de huit pouces au-delà de la ſur-

Pl. XLV, fig. 1 & 4.

face du mur de chûte, pour que ſon talud, qui doit être d'un pied, rejette les eaux au loin.

Conſtruction des murs pour les bajoyers des écluſes & le corps du ſas.

1131. Les murs des bajoyers ſeront élevés à plomb en parement de pierre de taille poſée en mortier de chaux & ciment juſqu'au couronnement.

Le corps de la maçonnerie, derriere les paremens, ſera de bonne brique poſée en liaiſon avec mortier de ciment, non pas en moilon, comme on a fait au canal de Picardie, où les eaux tranſpirent, quand le ſas eſt plein, à travers les bajoyers, malgré les conrois de glaiſe qu'on leur a adoſſés.

Le ſommet de tous les murs ſera terminé par une tablette d'un pied de hauteur & un pouce de ſaillie; & ſur le reſte de l'épaiſſeur de la maçonnerie, il ſera poſé un pavé en mortier de chaux & ciment, allant en pente du côté de la digue, pour l'écoulement des eaux.

Tous les contreforts ſeront fondés auſſi bas que les murs de l'écluſe, avec leſquels ils ſeront parfaitement liés.

Les paremens de pierre de taille ſur le mur de chûte, ſeront liés les uns aux autres par des agraffes de fer ſcellées en plomb; les chardonnets ſeront cramponnés de même, ainſi que les angles des enfoncemens, des évaſemens; & la tablette.

Les murs du ſas ſeront fondés deux pieds au-deſſous du fond du canal, comme ceux des écluſes; la fondation régnera dans toute la longueur & la largeur du ſas, dans l'étendue de laquelle on poſera des traverſines de vingt-cinq pieds de longueur, & de neuf à dix pouces de groſſeur, chacune retenue par trois palplanches. Ces traverſines ſeront eſpacées de quatre pieds de milieu en milieu, avec ſemelles pour recevoir la premiere aſſiſe de pierre de taille.

Cette fondation ſera remplie de maçonnerie à fleur des traverſines, ſur leſquelles on attachera un plancher ſimple de deux pouces d'épaiſſeur & bien joint.

Les murs ſeront élevés à plomb, en parement de pierre de taille, à la hauteur de cinq pieds: ils ſeront continués en moilon piqué juſqu'à la tablette.

On placera des chaînes de pierre de taille de douze en douze pieds, compoſées de quarreaux & boutiſſes, alternativement, poſées bien à plomb, & faiſant une liaiſon réguliere dans leur face; les boutiſſes auront deux pieds & demi, & les pannereſſes un pied ſix pouces de longueur de parement; chaque aſſiſe ſera de même hauteur, afin que le parement de moilon piqué

puiſſe ſe raccorder ſans crochet avec les chaînes. Le derriere de ces murs ſera garni de maçonnerie de brique en mortier de ciment, comme aux bajoyers de l'écluſe précédente, pour le même motif qui ſubſiſte ici encore davantage, vu la pouſſée que l'eau tire de la hauteur que lui donne la chûte pour pénétrer cette maçonnerie.

La conſtruction de l'écluſe inférieure ſera de même que celle d'en haut, à la réſerve qu'il n'y aura pas de mur de chûte, & que la différence du niveau du plancher devant le ſeuil à celui du derriere, ſera de huit pouces, à cauſe de la battée des portes.

A la ſortie des bajoyers de cette écluſe, il ſera fait une prolongation de radier de ſix toiſes, dont les traverſines auront ſix toiſes quatre pieds de longueur, & neuf à dix pouces de groſſeur, eſpacées comme celles du ſas, & aſſurées par des palplanches chacune de ſix pieds de longueur; le vuide ſera rempli d'un bon conroi de glaiſe. On attachera ſur ces traverſines un plancher ſimple de deux pouces d'épaiſſeur, pour empêcher les eaux qui ſortiront du ſas avec violence, de faire des affouillemens.

Pl. XLIV, fig. 4 & 5, rélatives aux quatre premieres & à la ſixieme de la planche XLVI.

Les murs qui regneront le long de ce faux radier, ſeront fondés comme les autres, & élevés en parement de pierre de taille juſqu'à la tablette, & le deſſus pavé de petits cailloux en mortier de chaux & ciment.

1132. Les portes de l'écluſe ſupérieure auront ſix pieds de hauteur, & celles de l'écluſe inférieure en auront quinze, pour ſoutenir les eaux du canal au-deſſus de la chûte.

Dimenſion qu'il faut donner à la charpente des portes des écluſes d'en haut & d'en bas. Pl. XLVI, fig. 3, 4 & 6.

Les poteaux ou montans A des portes d'en haut & d'en bas, auſſi bien que ceux des chardonnets B, auront ſeize pouces de largeur ſur douze d'épaiſſeur, de même que les ſolles D & les entretoiſes ſupérieures C: les autres du milieu E auront la même épaiſſeur & quatorze pouces de largeur. Les potelets G pour les chaſſis des ventelles, & les contrefiches ou guêtres F, auront 8 pouces de groſſeur. Cette charpente ſera recouverte d'un double bordage O plein ſur joint, chacun de deux pouces d'épaiſſeur; le tout bien encaſtré, affleuré avec les pieces du chaſſis ACBD; les couliſſes T (fig. 6) auront ſix pieds de longueur ſur cinq pouces de groſſeur, & ſeront clouées ſur le bordage précédent.

Les montans B des chardonnets ſeront arrondis dans leur fi ottement, de façon à former un demi-cercle de onze pouces de diametre: ils excéderont le ſommet des bajoyers de trois pieds;

à cette extrêmité on laiſſera un fort tenon pour entrer dans la mortoiſe du balancier H qu'ils porteront à quatre pieds au-deſſus de la plus haute entretoiſe. On fera une mortoiſe de trois pouces de largeur & de ſix de hauteur, elle ſera diamétralement oppoſée au frottement, & le cercle ſera achevé pour recevoir le collier qui doit entretenir la porte.

Les poteaux A de l'avant-bec ſeront taillés en chanfrain, & ſe joindront exactement dans toute leur hauteur; ils ſurpaſſeront la maçonnerie de trois pieds & demi, & les balanciers y ſeront aſſemblés avec embrevement.

La charpente de ces portes ſera renforcée par des bandes IK & RS, & des étriers de fer PQ, encaſtrés à fleur de bois, attachés avec des boulons ſerrés par des clavettes rabattues ſur les rondelles.

Les portes, ainſi que les planchers des radiers & le lambris du mur de chûte, ſeront calfatées, brayées & goudronnées avec les mêmes précautions qu'on l'a enſeigné dans l'article 383.

Maniere de recouvrir les joints des madriers dont on peut ſe ſervir pour le radier des écluſes, au lieu d'y employer un double plancher. Pl. XLVI, fig. 5.

1133. Il y en a qui aiment mieux employer pour le radier des écluſes & des ſas, des madriers de ſix pouces d'épaiſſeur ſur environ un pied de largeur, que de faire un double plancher : ces madriers ſe poſent près à près, comme le marque la figure 5 de la planche XLVI; c'eſt-à-dire, que les bords de chaque madrier ADEH & HKIO ſont taillés en couliſſe BCD, GFE, GIK, NMI, pour former enſemble des rainures EFIK, dans leſquelles on loge une languette PG, de même capacité, pour recouvrir la jonction GH de ces madriers, que l'on unit enſemble moyennant deux chevilles de bois PQ & PR, enfoncées à force dans des trous percés de biais. Ces chevilles ſont faites comme celles qu'on a détachées, où l'on voit que le bout d'en bas R eſt fendu pour recevoir un coin S, qui fait gonfler cette cheville à meſure que l'on frappe ſur la tête P pour la faire enfoncer dans ſon trou, ce qui eſt aiſé à imaginer, de même que la maniere de rendre la jonction de ces madriers le plus étanche qu'il eſt poſſible. Cependant il faut convenir que quelque précaution que l'on prenne, les radiers d'un ſas & de ſes écluſes ne ſont jamais ſi ſolides, ni d'un ſi bon uſage que lorſqu'ils ſont conſtruits avec de grandes pierres dures, lorſqu'on en rencontre de propres dans le pays, & qu'on prend d'ailleurs toutes les précautions expliquées dans l'article 320, pour les employer ſolidement. C'eſt pourquoi quand on trouve de bonnes carrieres à portée de l'ouvrage, il ne faut y employer que le moins de charpente que l'on pourra.

1134.

1134. Quoiqu'il ſoit d'uſage en France de faire à plomb le parement du mur de chûte des ſas, ainſi qu'on l'a repréſenté ſur les planches XLIV & XLV, je ne vois d'autre inconvénient de lui donner de la pente, que d'allonger un peu le ſas, comme on a fait à la plus part de ceux qu'on voit en Hollande; c'eſt pourquoi on pourra prendre ce parti ſi on le juge à propos.

On peut ſi l'on veut ſe diſpenſer de faire à plomb le parement des murs de chûte, & leur donner du talud comme à la plus part des ſas de Hollande.

Pour garantir des eaux ſauvages le pourtour des ſas, on adoſſe au mur un conroi de terre glaiſe de cinq pieds d'épaiſſeur élevé d'un pied au-deſſus des plus hautes eaux, fondé auſſi bas que les mêmes murs, comme il eſt enſeigné dans le premier Livre de cette ſeconde partie, d'où l'on ſuppoſe que l'on tirera tout ce que l'on peut appliquer à la ſolidité des ouvrages qui appartiennent aux canaux : c'eſt pourquoi ceux qui s'attachent à la partie de l'architecture hydraulique que nous traitons préſentement, ne ſauroient trop étudier ce livre, de même que le ſecond où l'on trouvera ce qui regarde les ſas des canaux qui aboutiſſent à la mer, en liſant ce qui a été dit ſur le canal de Mardik.

Quelquefois on ne fait en maçonnerie que les écluſes des ſas, & leurs côtés en terre bien gaſonnée, avec une berme au pied, ſoutenue de palplanches, pilots & autres bois travaillés comme pour les quais de charpente; mais comme on eſt contraint de faire alors ces ſas fort larges, à cauſe du talud qu'il faut donner aux terres élevées au-deſſus de la berme, ce qui rend la dépenſe des eaux pour chaque écluſée beaucoup plus conſidérable, & que d'ailleurs ces ſas ſont ſujets à des réparations continuelles, il vaut beaucoup mieux, s'ils ſont deſtinés à une navigation permanente, faire d'abord en bonne maçonnerie tout ce qui ſeroit ſujet à un entretien trop diſpendieux pour la compagnie.

On voit dans le mur de chûte de la planche XLV, un exemple d'un aqueduc AB qu'on peut y ménager pour faire paſſer les eaux d'un contrefoſſé à l'autre, lorſque les circonſtances le permettront, ſelon ce qui a été dit dans l'article 1096, ainſi je ne m'y arrête pas.

Pluſieurs ſas accollés n'étant qu'une repétition du précédent, excepté ce qui appartient à l'entrée & à la ſortie, qui n'a lieu qu'à la premiere & à la derniere écluſe, je ne dis rien de ce qui leur appartient : j'ajouterai ſeulement que ſi au lieu d'établir un ſas ſur un bon fond, comme celui que j'ai ſuppoſé pour le pré-

cédent, il étoit queſtion d'un mauvais terrein qu'il fallût piloter & griller pour aſſeoir les radiers, bajoyers & murs du ſas, on multipliera les bois plus ou moins, ſelon la conſéquence de l'ouvrage, en ayant aſſez dit dans le volume précédent à cette occaſion, pour être diſpenſé de répéter ici les mêmes choſes.

Pluſieurs branches d'un canal peuvent aboutir à un même ſas, comme on le voit à celui nommé l'écluſe ronde du canal de Languedoc. Sas de forme élliptique propre à contenir à la fois deux grands bateaux de front. Pl. XLVIII, fig. 6.

1135. S'il arrivoit que pluſieurs canaux de différens niveaux duſſent aboutir à un même ſas, comme font ceux de Beziers, d'Agde & de l'Etang, à l'écluſe ronde du canal de Languedoc, repréſentée par la ſixieme figure de la planche XLVIII, il faudroit de même donner à ce ſas une figure circulaire, pour que les bateaux y puiſſent tourner, faire de doubles portes aux écluſes où les hauteurs de l'eau ſeroient ſujettes à varier, & pratiquer s'il le faut un ſas inférieur LMNO dans le grand DICK, ſi l'écluſe GI étoit plus baſſe que les autres AC & DF, afin de n'être pas obligé de remplir d'eau tout le grand à la même profondeur; en un mot, faire enſorte de concilier les commodités de la navigation avec l'économie de la dépenſe du travail.

Comme un ſas où l'on peut loger de front deux grands bateaux dans le cas d'une navigation vivante & qui a de l'eau en abondance, abrege le tems de leur paſſage, on pourra, ſi on le juge convenable, donner au ſas une forme elliptique, comme au canal de Languedoc, dont nous rapportons deux ſas accollés, repréſentés par la premiere figure de la planche XLVII, & conſtruits dans le goût des huit qui ſont près de Beziers, dont nous avons parlé, article 1085, où la plus grande largeur de chacun ſe trouve double du paſſage des écluſes GIKH, BEFC. Il eſt à remarquer que l'entrée & la ſortie de la premiere & de la derniere ſont évaſées par deux embranchemens IL, KM, pour regagner la largeur du canal; qu'il y a des eſcaliers O pour deſcendre & monter commodément l'équivalent de chaque chûte, que nous avons dit être ordinairement de huit pieds; que les bajoyers des écluſes ſont percés par des aqueducs à vannes N, comme dans l'article 126, pour remplir & vuider chaque ſas, les portes n'ayant point de guichet, & qu'enfin l'on peut regarder l'extrêmité AD du ſas ſupérieur, comme répondant à l'écluſe d'un troiſieme, quatrieme & cinquieme ſas, ou aux débouchés des précédens s'il n'y en a que deux, pouvant en imaginer un auſſi grand nombre qu'on voudra accollés enſemble, comme ceux que nous rapportons ici. On remarquera qu'on a donné du talud à leur parement, quoiqu'on peut s'en

paſſer en les faiſant à plomb, comme ceux des bajoyers, à quoi je ne m'arrête point, non plus qu'à la diſtribution des contre-forts.

Deſcription du ſas de Bouzingue, ſitué ſur le canal d'Ypres à Furnes.

1136. Le plus beau ſas que je connoiſſe, & où ſon auteur a fait paroître le plus de génie, eſt celui de Bouzingue, ſitué entre Furnes & Ypres, à cinq quarts de lieue de cette derniere place, dont il facilite la communication avec la premiere moyennant la jonction de deux canaux, à l'aide d'un ſas de vingt toiſes de longueur, entre les écluſes X, T, ſur vingt pieds de largeur, ayant une chûte auſſi de vingt pieds, qui eſt la ſupériorité du canal d'Ypres ſur celui de Furnes.

Il ſemble qu'en ſuivant la regle de ne donner que huit ou dix pieds de chûte à un ſas, il en auroit fallu deux pour une différence de niveau de vingt pieds. Cependant le célebre Dubié, qui a fait conſtruire en 1643 celui dont nous parlons, n'y en a fait qu'un, comme on en peut juger par les développemens rapportés ſur la planche XLVII; de ſorte que les portes X de l'écluſe d'en bas, étant chargées, ſoutiennent vingt pieds d'eau, le canal ſupérieur ayant ſept pieds de profondeur commune, & treize à l'endroit DF qui va en glacis juſqu'au radier ES de l'écluſe ſupérieure, ſon fond ayant une pente de ſix pieds pour réduire le mur de chûte à n'avoir que quatorze pieds au lieu de vingt; encore cette chûte a-t-elle été diviſée en deux caſcades SY & R, la premiere de dix pieds, & la ſeconde de quatre, afin de donner lieu à une ſeconde fermeture T, pour ſuppléer au défaut de la premiere V, au cas que cette premiere vienne à manquer. Pl. XVII, fig. 1.

La troiſieme figure montre que pour la conſtruction de ce ſas on a commencé par établir deux aſſiſes de gros libage plats dans toute ſon étendue, ſur leſquels on a élevé un maſſif de deux pieds d'épaiſſeur en maçonnerie de brique, bien liée avec mortier de ciment, après avoir enfoncé aux extrêmités une double file de palplanches Z appliquées plein ſur joint, principalement à la naiſſance du radier des deux écluſes, pour empêcher que les eaux ne filtrent ſous cette fondation, ſur laquelle on a établi un grillage, tel qu'on le voit repréſenté par une moitié du plan, dont les compartimens ont été remplis de maçonnerie de brique en mortier de ciment, juſqu'à l'arraſement des traverſines ſur leſquelles on a établi un double plancher, conditionné comme on l'a enſeigné dans l'article 296, excepté ſous le mur de chûte RYS que l'on a recouvert de grillages & planchers RY, SE,

conditionnés comme le précédent ſervant de radier pour aſſeoir les buſcs des portes TV. On a fait ces portes pleines ſans guichets, parce qu'on a ménagé pour les écluſes d'en haut & d'en bas les aqueducs IKM & OPQ de chaque côté du ſas, afin de le remplir & le vuider. Je ne dis rien de la conſtruction des murs ſervant à renfermer ce ſas, dont les paremens ſont conſtruits en magnifiques pierres de taille, le derriere garni de briques poſées en liaiſon avec mortier de ciment, pour empêcher les tranſpirations; le tout d'une ſolidité admirable. Je paſſe de même ſous ſilence les vis & écrous P, K, ſervant à élever les vannes des pertuis précédens, & ne dis rien non plus des cabeſtans *A*3 pour manœuvrer les portes; on remarquera ſeulement que les premieres machines P, K ſont couvertes d'un toît d'ais ou de tole, ayant la forme de coupole, pour les mettre à l'abri des injures de l'air, & qu'au ſommet des portes on a attaché une planche accompagnée d'un garde-fou pour ſervir de pont à l'écluſier. J'ajouterai que les pilots CE, DF repréſentent des embranchements que l'on a fait à l'entrée du canal ſupérieur, pour donner lieu à la prolongation du radier SE des portes V qui n'ont été faites qu'après les ſas, dont les murs auroient dû avoir plus de longueur dans cette partie; ce qu'on a tâché de réparer le mieux qu'on a pu.

Ingénieux moyens employés à ce ſas pour ne dépenſer par écluſée que le tiers de l'eau qu'exige l'uſage ordinaire.

Pl. XLVII, fig. 2, 3 & 4.

1137. Ce qu'il y a de plus digne d'admiration à ce ſas, eſt la maniere ingénieuſe dont maître Dubié s'y eſt pris pour économiſer la dépenſe des eaux du canal d'Ypres, qui fournit au paſſage des bateaux, & qui en manqueroit dans le tems de ſéchereſſe, ſi cet habile homme n'avoit trouvé le moyen de n'en dépenſer qu'environ le tiers de ce qu'il en faudroit pour une chûte de vingt pieds; c'eſt-à-dire, qu'on ne tire du canal d'Ypres, ſervant de point de partage, que pour remplir ſix ou ſept pieds de la hauteur de la chûte du ſas, parce que pour les treize ou quatorze reſtans, on fait ſervir perpétuellement environ les deux tiers de la quantité totale qu'on a miſe en réſerve.

Comme la différence de hauteur du canal d'Ypres à celui de Furnes, n'eſt pas occaſionnée par une pente du terrein que parcourt le premier, mais bien par un coteau d'environ vingt pieds de chûte, maître Dubié a penſé qu'en ménageant à des hauteurs différentes dans le penchant de la colline un réſervoir de chaque côté du ſas vers l'écluſe ſupérieure, il pourroit, au lieu de faire paſſer toute la hauteur CH de l'eau de la chûte dans le canal inférieur, quand il ſeroit queſtion de la deſcente d'un bateau

d'Ypres à Furnes, ou de remonter de Furnes à Ypres, il pourroit, dis-je, faire paſſer le premier tiers de l'eau dans le réſervoir le plus élevé; le ſecond tiers dans le réſervoir inférieur, où elle ſeroit enſuite retenue par des vannes, pour ne faire écouler dans le canal de Furnes que le troiſieme tiers, afin de mettre le bateau au niveau AB, qu'on ſuppoſe être celui de ce canal; qu'enſuite lorſqu'on voudroit faire monter un bateau, on pourroit, dès que l'écluſe d'en bas ſeroit fermée, faire gonfler l'eau du ſas ſur la hauteur d'un tiers de la chûte, en remplaçant le tiers qui aura été vuidé en pure perte, & en ouvrant la vanne de l'aqueduc répondant au réſervoir inférieur, à quoi joignant l'autre tiers tiré du réſervoir ſupérieur dont on ouvriroit auſſi la vanne, l'eau du ſas monteroit de treize à quatorze pieds, il n'en faudroit plus tirer qu'environ ſix pieds de hauteur du canal d'Ypres, pour mettre celle du ſas à ſon niveau GHCD, & qu'ainſi l'on ne dépenſeroit que le tiers de ce qu'exige la chûte, comme nous l'avons dit précédemment; c'eſt ce qu'il a exécuté avec beaucoup de ſuccès, comme on en va juger. J'ajouterai que paſſant par ce ſas, j'ai obſervé qu'il ne falloit que huit minutes pour le remplir d'eau, & monter du canal inférieur dans le ſupérieur.

Si l'on conſidere la ſeconde figure, qui eſt un profil coupé ſur la largeur AB du plan, répondant aux aqueducs des deux réſervoirs précédens, qu'on n'a pu marquer ici parce qu'ils euſſent occupé trop de place, on verra que ces aqueducs, fermés chacun par une double vanne L, paſſent ſous les digues, & qu'ils répondent aux pertuis M par où l'on tire l'eau du canal ſupérieur & en même tems des deux réſervoirs.

Pour la premiere opération, l'on ferme la vanne L (figure 4) & on ouvre l'autre K; alors l'eau du canal d'Ypres entre par le premier débouché I, & ſort par le ſecond M, après avoir fermé les portes T. Le ſas étant plein d'eau, l'on y fait entrer le bateau qui doit deſcendre, enſuite on ferme la premiere vanne K, & l'on ouvre la ſeconde L pour faire paſſer un tiers de la hauteur de l'eau dans le baſſin, obſervant que ſa capacité étant ſextuple de celle du ſas, entre les portes des écluſes X, T, l'eau n'entre dans ce baſſin que ſur la ſixieme partie qu'elle occupoit, c'eſt-à-dire, ſur un pied quatre pouces, qui eſt celle que retiennent les vannes L que l'on a doublées pour rendre le réſervoir plus étanche, & afin qu'en cas d'accident l'une ſuppléât à l'autre.

A l'égard de l'aqueduc inférieur & ſon baſſin, ils ſont entiérement ſemblables au précédent; ainſi les eaux ſe manœuvrent

de même : c'eſt pourquoi je ne m'y arrête point, en ayant aſſez dit pour juger de ce ſas qui, faute d'avoir été connu de ceux qui ont fait conſtruire des canaux dans des endroits où l'eau étoit rare, n'a pu leur fournir l'idée d'employer le même expédient. Cependant il mérite attention, puiſque par ſon moyen on rendra la navigation capable de faire paſſer, avec une certaine quantité d'eau, le triple du nombre de bateaux que l'on pourroit à peine faire monter & deſcendre en ſuivant l'uſage ordinaire. Au reſte, il ſera aiſé de modifier cette mécanique ſelon les cas qui ſe préſenteront ; il me ſuffit d'avoir fourni aux gens du métier un exemple de ſortir des regles ordinaires quand la néceſſité les y obligera.

Il faut avoir grande attention de n'établir la fondation des ouvrages de maçonnerie, qu'après avoir creuſé les parties baſſes du canal, pour faciliter l'écoulement des eaux.

1138. Il ne ſera peut-être point inutile d'ajouter, en finiſſant ce chapitre, que pour la conſtruction des ſas on commence par creuſer le canal dans le terrein le plus bas vers ſes débouchés, afin de donner lieu à l'écoulement des eaux, & d'éviter par là les grands épuiſemens ; c'eſt pourquoi l'on pratique quelquefois une rigole ou petite cunette, ayant un peu de pente le long du milieu du canal, auſſi profonde que la fondation des ouvrages les plus prochains ; alors on conſtruit ces ouvrages en remontant vers le point de partage, afin qu'à meſure qu'on acheve une partie, elle puiſſe favoriſer l'établiſſement des autres ſuivantes. Ce que nous diſons doit s'entendre auſſi pour l'établiſſement de tous les autres ouvrages, de quelque eſpece qu'ils ſoient ; c'eſt ainſi que par une attention continuelle à ne faire les choſes que dans les circonſtances les plus favorables, on parviendra à éviter des dépenſes employées ſouvent en pure perte à des manœuvres dont on auroit pu ſe dipenſer. Ce n'eſt pas qu'on ne puiſſe entamer un canal par pluſieurs endroits à la fois, pour le conduire plutôt à ſa perfection ; alors l'on aura égard pour chacun d'eux aux attentions que je viens d'indiquer pour le tout en général.

CHAPITRE IX.

Des aqueducs paſſant ſous le lit d'un canal. Déverſoirs pour la décharge de ſes eaux. Ecluſes pour en recevoir. Pont-aqueduc ſervant à faire paſſer un canal ſur des rivieres & ruiſſeaux. Autres ponts à l'uſage du pays.

1139. QUAND un canal doit paſſer par un pays traverſé de ruiſſeaux, on obſerve à l'aide des nivellemens quelle ſera la hauteur de leurs eaux dans le tems des plus grandes crues, eu égard au niveau du fond du canal, pour voir s'il y aura moyen de faire paſſer ces eaux par des aqueducs pratiqués ſous ſon lit, & ſi elles auront enſuite un libre écoulement. On en uſe de même pour celles qui proviennent des pluies & de la fonte des neiges, afin que s'étant rendues dans le contrefoſſé qui doit les recevoir, elles puiſſent s'écouler du côté le plus bas, ne les faiſant paſſer par le canal même que dans les cas indiſpenſables, en ménageant dans l'épaiſſeur des digues des écluſes à vannes pour les recevoir, & des déchargeoirs pour les évacuer comme on le verra ci-après. Il faut beaucoup de circonſpection pour déterminer la poſition des aqueducs, afin de leur donner une capacité ſuffiſante, quand ils n'auront qu'un paſſage évaſé convenablement à l'entrée & à la ſortie des eaux. Si on n'a point aſſez de fond pour les conſtruire d'une grandeur proportionnée à l'abondance des eaux que recevra le contrefoſſé ſupérieur, après en avoir fait l'eſtimation, en ſuivant la regle enſeignée dans l'article 1120, il faudra lui donner deux ou trois paſſages contigus, afin de prévenir les inondations que pourroit cauſer le défaut d'un écoulement aſſez prompt; mais il faut bien faire attention de diſpoſer ces aqueducs de maniere qu'on puiſſe aiſément les nétoyer, de crainte qu'à la longue ils ne ſe bouchent par le limon que dépoſeront les eaux troubles, ſi elles ne s'échappent pas avec aſſez de vîteſſe. C'eſt pourquoi il faut, quand celles des contrefoſſés ſeront de part & d'autre à-peu-près auſſi élevées que celle du canal, comme dans le profil exprimé par la figure ſixieme de la planche LII, éviter autant qu'on le pourra de donner aux aqueducs la forme d'un ſiphon

Attention qu'il faut avoir en projetant un canal pour faciliter l'écoulement des eaux étrangeres par des contreſoſſés & des aqueducs d'une grandeur ſuffiſante.

Pl. LII, fig. 6. LMNO, passant au-dessous du canal FGHI, & dans ce cas, il faut pratiquer plutôt une entrée dans la digue CDEFP, & un déchargeoir dans l'autre opposé QIKCD, au cas que la surface du terrein AC soit supérieure à son opposée CB; ou mieux encore profiter du mur de chûte de l'écluse la plus prochaine, pour y pratiquer un aqueduc droit, comme on l'a dit article 1096. Faute d'en avoir usé ainsi en construisant le canal de Languedoc, & d'avoir pratiqué d'autres aqueducs où il pouvoit y en avoir, ce canal a d'abord beaucoup souffert des eaux étrangeres qu'on y recevoit, & elles en auroient entiérement causé la ruine, si M. le maréchal de Vauban n'y avoit remédié, article 1089. Comme les aqueducs qu'il y a ordonnés sont fort bien entendus, nous en avons rapportés deux sur les planches XLVIII & XLIX, développés de maniere qu'il sera aisé d'en juger, pour peu qu'on les considere relativement à ce qui suit.

Description de l'aqueduc de Mesuran, passant sous le lit du canal de Languedoc. Pl. XLVIII, fig. 1, 2, 3, 4 & 5.

1140. Les figures premiere & cinquieme, appartenantes à un de ces aqueducs, font connoître que le terrein du côté de l'entrée des eaux étant plus élevé que celui qui répond à leur sortie, on a construit un puisard DEGR revêtu de maçonnerie, où viennent se rendre les eaux du contrefossé, pour de là passer dans l'aqueduc FTH sous le canal PSZ. Que cet aqueduc, de cinq pieds de hauteur sous clef, a le fond construit en voûte renversée, comme le montre la figure quatrieme, pour empêcher, autant qu'il se peut, que la vase ne s'y dépose, & afin qu'elle s'arrête dans le fond EG ou ABC du puisard. On voit que l'entrée F de l'aqueduc est élevée de six pieds au-dessus du même fond, pour qu'il n'y ait que les eaux de superficie qui puissent y passer, & que trouvant cette entrée disposée en pente, elles se précipitent vers la sortie H, pour tomber dans le second puisard HIKL revêtu aussi de maçonnerie, dont l'objet principal est d'empêcher qu'il ne se forme un affouillement, surtout de la part des eaux que lâchera la vanne de l'écluse de décharge MN, servant à vuider le canal par la rigole, quand on veut l'avoir à sec, pour faire quelques réparations. Ainsi l'on voit que l'on a sagement ménagé cette décharge de fond au-dessus de cet aqueduc, & que pour soutenir l'impétuosité de la chûte, on a construit le mur en glacis KL revêtu de pierres de taille disposées en ceintre, afin de lui donner plus de solidité. Au reste, on a soin de curer de tems en tems la vase qui s'amasse dans ces deux puisards, que l'on construit d'ailleurs,

aussi-

auſſi-bien que tout le reſte, avec les précautions convenables à la ſolidité d'un pareil ouvrage.

Comme les figures 2 & 3 en font voir l'entrée & la ſortie, il ſera aiſé d'en reconnoître les parties, en voyant le rapport qu'ont enſemble les lettres ſemblables, ainſi je me diſpenſe d'une plus ample explication; j'ajouterai ſeulement qu'on a profité du revêtement ZX d'une des digues pour ſervir de culée au pont O deſtiné au tirage : qu'afin d'empêcher les terres de la digue RW de gliſſer dans le canal, on les a ſoutenues par un mur P, (fig. 1, 4 & 5) élevé en forme de collier autour de l'aqueduc : & que pour garantir les eaux du canal de filtrer au travers de la voûte, on l'a recouverte d'une chape de ciment S fabriquée comme nous l'avons enſeigné dans la *Science des ingénieurs*, livre troiſieme, chapitre XI.

Autre aqueduc ayant deux paſſages au lieu d'un, conſtruit ſous le même canal. Pl. XLIX.

1141. La planche XLIX comprend les parties d'un autre aqueduc ayant un double paſſage L, dont le fond des puiſards AC, FE, & NN (fig. 5 & 6) ſe trouve de niveau avec celui du même aqueduc, au lieu qu'au précédent ces puiſards ſont plus bas, en quoi je les eſtime meilleurs pour les raiſons que nous en venons de donner; mais cela n'empêche pas qu'ils ne doivent être pavés de pierres dures, afin de réſiſter à la chûte des eaux & de prévenir les affouillemens, quoiqu'on n'y ait pas eu égard ici. Comme les développemens de ce ſecond aqueduc ſont ſur une grande échelle, on en diſtinguera encore mieux que ci-devant l'écluſe de décharge HKI, le pont M pour le tirage, & les autres parties, en recherchant les lettres ſemblables qui les accompagnent; c'eſt pourquoi je ne m'y arrête point. Cependant on remarquera dans la figure troiſieme, au profil coupé à travers de l'aqueduc, qu'on a ménagé dans le mur de réfend des paſſages E, pour que des manœuvres puiſſent communiquer d'un côté à l'autre, lorſqu'il s'agit de le nétoyer ou d'y faire quelques réparations. Si les eaux étrangeres étoient fort abondantes & qu'au lieu de deux paſſages il en fallût trois, on les répéteroit en les diſpoſant dans le goût des précédens, & c'eſt le parti que l'on prend lorſqu'on n'a pas la liberté de les faire auſſi élevés que l'on voudroit.

La pierre de taille dont on s'eſt ſervi aux ouvrages du canal de Picardie n'étant point auſſi bonne pour être employée dans l'eau que celle dont on a conſtruit le canal de Languedoc, on a été obligé à ce premier canal de faire des planchers ſur le fond des aqueducs, à-peu-près comme pour les radiers

des écluſes, ainſi qu'on en va juger par le devis d'un de ces aqueducs que l'on a fait ſans puiſards, parce qu'on ne les a pas jugé néceſſaires. Comme on peut ſe trouver dans des circonſtances à-peu-près pareilles, ce petit devis pourra avoir ſon utilité.

Devis d'un aqueduc différent des précédens, tel qu'on en voit au canal de Picardie.

1142. Après avoir fait le déblai néceſſaire on établira la fondation de l'aqueduc à huit pieds au-deſſous du fond du canal; elle aura vingt-cinq toiſes cinq pieds de longueur, & vingt pieds huit pouces de largeur, y compris quatre pouces de retraite de chaque côté, ſuppoſé que le terrein ſoit ferme. Cette fondation ſera remplie de deux pieds de hauteur de maçonnerie de bon moilon, poſé en bain de mortier de chaux & ſable. On établira dans ſon épaiſſeur une grille de charpente dont les racinaux ſeront eſpacés de trois pieds de milieu en milieu; ils auront huit pouces de groſſeur, trois toiſes de longueur ſous l'aqueduc, & quatre toiſes ſous les évaſemens. La maçonnerie entre ces racinaux ſera arraſée à un pouce près de leur ſuperficie, pour y mettre une couche de mortier de chaux & ciment; on clouera ſur toute la longueur de ces racinaux un plancher d'un pouce & demi d'épaiſſeur; ſur ce plancher on en poſera un ſecond pour recouvrir les joints du premier. A l'entrée & à la ſortie de cet aqueduc on battra une file de palplanches de ſix pieds de longueur & de trois pouces d'épaiſſeur, chacune de ces palplanches étant attachée avec deux chevilles de fer à la traverſine qui ſera à chaque extrêmité des évaſemens. On établira la maçonnerie de l'aqueduc ſur ce plancher : il aura trois paſſages de vingt-cinq toiſes de longueur chacun, de quatre pieds de largeur dans œuvre, & autant de hauteur depuis le plancher juſques ſous la clef des voûtes qui ſeront en plein ceintre, & leur épaiſſeur de deux pieds à la clef; les deux piédroits du milieu qui ſoutiendront ces voûtes auront un pied & demi d'épaiſſeur, ils ſeront parpain de même que les premieres retombées des voûtes.

Les piédroits extérieurs auront deux pieds & demi d'épaiſſeur, & leurs extrêmités ſeront évaſées de trois pieds de longueur, formant les hypotenuſes d'un triangle rectangle, dont le côté provenant de la prolongation du parement du piédroit aura trente pouces, & l'autre côté vingt : ils feront enſuite un retour de trois pieds de longueur parallelement à la digue du canal, leur hauteur ſera égale à celle de l'extrados de l'aqueduc. Cet ouvrage ſera fait en maçonnerie de mortier de chaux &

ciment dans toute ſon étendue ; tous les paremens des piédroits, évaſemens & murs de retour ſeront faits en pierres de taille bien conditionnées, & les deux piédroits du milieu formeront des avant-becs à l'entrée & à la ſortie de l'aqueduc. Les voûtes au-deſſus des premieres retombées ſeront faites en briques dans toute leur épaiſſeur, poſées en bonne liaiſon ; les têtes des voûtes ſeront faites en pierre de taille ; les vouſſoirs ſe lieront avec la maçonnerie de brique, & ſeront de grandeur ſuffiſante pour former les angles des évaſemens.

Les faces ſeront terminées par un plinte de ſix pouces de hauteur, & de deux pouces de ſaillie ménagée dans la derniere aſſiſe ; le derriere des piédroits extérieurs ſera monté à plomb en maçonnerie de moilon bien épincée & rejointoyée, les reins des voûtes ſeront remplis au niveau de l'extrados, & le tout ſera arraſé par une chape de mortier de chaux & ciment de quatre pouces d'épaiſſeur piquetée de petits cailloux, & cirée à la truelle juſqu'à ce qu'elle ne gerſe plus.

Après la perfection de cet ouvrage on fera un bon conroi de terre graſſe de trois pieds d'épaiſſeur derriere la maçonnerie des piédroits, & on étendra ce conroi ſous le fond du canal au-deſſus l'aqueduc.

Maniere de conſtruire les buſes qui ſe font ſous le lit d'un canal lorſqu'il eſt trop bas pour pouvoir y ménager un aqueduc.

1143. Le peu d'aiſance que l'on rencontre en bien des endroits pour faire paſſer un aqueduc de maçonnerie ſous le lit d'un canal, fait qu'on a recours aux buſes de charpente dont on ſe ſert en pareil cas pour l'écoulement des eaux quand elles ne ſont point fort abondantes. Elles ſe compoſent de gros arbres en grume de dix-huit pouces de diametre au moins, bien droits & ſans défaut, que l'on diviſe par tronçons les plus longs que l'on peut employer ; on les ſcie en deux parties égales ſur la même longueur pour les creuſer ſur cinq pouces de profondeur & dix de largeur dans toute leur étendue ; enſorte que ces deux parties étant rejointes par entaille, bien calfatées, goudronnées, goujonnées de quatre pieds en quatre pieds avec de bonnes chevilles de bois, forment une buſe quarrée de dix pouces de côté, obſervant qu'elle ait au moins trois pouces d'épaiſſeur dans le plus foible, qui eſt à l'endroit des angles. Les arbres qui les compoſent ſe joignent les uns aux autres par une liaiſon d'un pied de longueur & ſont encaſtrés moitié par moitié, les joints recouverts d'une plaque de plomb bien clouée.

On prend garde, en poſant ces buſes à demeure, que les jonctions des arbres repoſent ſur des bouts de madriers ; quant

aux deux extrêmités de chaque buſe, elles portent ſur des ſemelles de cinq pieds de long & de ſix pouces d'équariſſage, entretenues par des palplanches.

L'entrée des eaux ſe borde de deux pierres de taille formant une maniere de lunette, ayant un évaſement de deux pieds d'ouverture & de dix pouces de profondeur, ſur une pareille épaiſſeur autour. Cette entrée ſe ferme d'une petite grille de fer, dont les barreaux ſont eſpacés de deux pouces, & qui eſt attachée ſur un ſeuil de pierre bordé de palplanches.

Deſcription d'un déchargeoir de ſuperficie, tel qu'il y en a ſur le canal de Picardie. Pl. L. fig. 1, 3 & 6.

1144. Lorſqu'indépendamment des eaux que l'on tire du point de partage, il ſe rencontre des *biés* où elles naiſſent en plus grande abondance qu'il n'en faut pour entretenir cette partie du canal à une hauteur convenable à la navigation, comme cela arrive quelquefois lorſqu'il ſe trouve des ſources abondantes dans le fond, ou qu'il faut néceſſairement recevoir quelques petites rivieres ou ruiſſeaux, on pratique dans l'épaiſſeur de la digue oppoſée à celle par où elles entrent, un ou pluſieurs déchargeoirs pour l'écoulement de eaux ſuperflues que l'on reçoit dans un contrefoſſé, pour les faire rentrer dans le *bié* inférieur ſi on le juge néceſſaire. En ce cas l'on obſerve de placer ces déchargeoirs le plus près que l'on peut de l'écluſe ſupérieure d'un ſas pour diminuer leur trajet, ou bien on les conduit aux endroits où elles avoient coutume de ſe rendre avant la conſtruction du canal. Les figures premiere, troiſieme & ſixieme de la planche L, repréſentent le profil, l'élévation & le plan d'un pareil déchargeoir, auquel on ſuppoſe quinze pieds de largeur.

On ſoutient de droite & de gauche les terres de la digue qu'on a coupée, par deux murs AFGB (figure 1) d'une épaiſſeur proportionnée à leur hauteur, liés enſemble par un troiſieme mur MKLD, élevé au-deſſus du niveau HC du lit du canal, d'une hauteur MK égale à la profondeur où l'eau doit être maintenue, qui eſt ordinairement de cinq pieds. Ce mur, dont LD (figure 3) repréſente la face extérieure, eſt couvert de pierres de taille avec une ſaillie pour rejetter les eaux ſur un petit radier DE, terminé par une file de palplanches N. Le plancher de ce radier eſt cloué, comme à l'ordinaire, ſur des traverſines O diſtantes de quatre pieds, ſur leſquelles doit être encaſtrée une plate-forme R (fig. 6) pour recevoir le parement de chaque mur du profil des digues, élevé ſur la fondation BA, que je paſſe ſous ſilence, ſuppoſant qu'on la fera ſe-

lon que l'exigera la qualité du fond. On obſervera, en conſtruiſant ces murs, de ménager dans chacun une couliſſe FI (figure 1 & 6) pour y loger une ou deux poutrelles propres à ſoutenir les eaux du canal à une plus grande hauteur que de coutume. Pour la continuation du chemin de tirage, on fait au-deſſus de chacun de ces déchargeoirs un pont de charpente compoſé de quatre longerons, ayant neuf à dix pouces de groſſeur, à travers leſquels on attache des madriers de neuf pieds de longueur ſur trois pouces d'épaiſſeur.

Deſcription d'une écluſe à vanne, pour l'entrée des eaux dans un canal. Pl. L. fig. 2, 4, 5 & 7.

1145. A l'égard des écluſes à vannes, pour l'entrée des eaux, on en a rapporté une ſur la même planche, dont il ne faut que voir les développemens pour en juger. On ſuppoſe, 1°. (figure 2) que le fond du contrefoſſé, ou de la rigole, eſt de niveau au radier AQ répondant à l'entrée des eaux, ou que ce radier eſt élevé ſelon la néceſſité. 2°. Que le trapeze DXVA repréſente la coupure que l'on a faite dans la berme XV, pour conduire les eaux du contrefoſſé ou de la rigole dans le canal: que le profil EFGHKT marque un des deux murs, qui ſoutient la digue, dont le plan (figure 4) eſt déſigné par les lettres précédentes; par conſéquent, que l'élévation du mur de chûte N qui les lie exprime la profondeur du canal, dont le fond eſt de niveau avec le radier inférieur. 4°. Que cette écluſe eſt diviſée en trois paſſages par les piles LM, élevées ſur le mur de chûte, afin de les fermer par les trois vannes O, P accompagnées d'un petit pont S pour en faciliter la manœuvre. Au ſurplus, les figures 5 & 7, qui repréſentent les élévations intérieure & extérieure de cette écluſe, acheveront d'en donner une parfaite intelligence, en conſidérant la relation qu'ont enſemble les parties déſignées par les mêmes lettres.

Je paſſe ſous ſilence les détails qui appartiennent à ſa conſtruction, pour ne point ennuyer par la répétition des mêmes choſes, puiſque ſur les deſſeins que nous en donnons, il ſera aiſé de juger à quoi elle doit ſe réduire, ne renfermant rien qu'on n'ait enſeigné précédemment.

Deſcription d'un des pont-aqueducs ſur lequel paſſe le canal de Languedoc, avec les inſtructions qui appartiennent à ces ſortes de ponts.

1146. Nous avons dit, article 1122, que quand un canal devoit traverſer des vallons dans leſquels couloient des rivieres ou ruiſſeaux plus bas que le lit du canal, on le faiſoit paſſer ſur des aqueduc-ponts, nommés ainſi parce qu'il ont la figure d'un pont de maçonnerie formé de pluſieurs arches, ſous leſquelles coulent les eaux du valon, comme on en rencontre pluſieurs au canal de Languedoc, entr'autres celui de Trebes, que

Pl. LI. nous rapportons ſur la planche LI, qui va nous fixer un moment.

Après avoir déterminé l'intervalle des deux culées NN,CD, ſelon la quantité des eaux qui doivent paſſer par les arches dans le tems des plus grandes crues, & réglé le nombre de ces mêmes arches ſelon la largeur qu'il conviendra leur donner pour ne point multiplier les piles ſans néceſſité, de crainte de rétrécir le paſſage des eaux; en un mot, après avoir pris toutes les meſures néceſſaires, en conſéquence des nivellements, pour déterminer la hauteur & l'épaiſſeur des mêmes arches à la clef, on en remplit les reins par de bonne maçonnerie pour mettre le tout de niveau, enſuite on y étend une chape de ciment, pour que les eaux qui paſſeront deſſus le pavé ſervant de lit au canal, ne puiſſent jamais tranſpirer au travers des arches dont elles cauſeroient la ruine ſans cette précaution. On détermine de même la largeur du pont pour le paſſage des bateaux, que l'on réduira ſi l'on veut à un ſeul, au lieu qu'à l'aqueduc dont nous parlons, qui a trente-ſix pieds de longueur, il en peut paſſer deux de front. Quant aux banquettes QR,OP, on ne peut leur donner moins de ſix pieds, ſans y comprendre l'épaiſſeur du parapet B, qui n'eſt élevé ici que du côté du chemin du tirage OP, parce qu'apparemment on l'a jugé inutile de l'autre côté QR.

La figure quatrieme, qui eſt un profil paſſant par la clef de l'arche du milieu, montre que le pied des mêmes banquettes eſt fortifié par un talud marqué LK au plan, dont la baſe eſt égale à la hauteur. Au ſurplus, on a terminé chaque bout de culée QN & ON par des murs en retour d'équerre NM (figures 1 & 2) fondés en caſcades ſur les bords du vallon, afin d'empêcher que les grandes eaux ne cernent les culées, dont la troiſieme figure montre le plan & la poſition des contreforts compris dans le pourtour XCDY. On y voit auſſi les fondemens STV contournés de façon à recevoir les murs IKH (figure 2) qui joignent l'aqueduc avec le canal; c'eſt pourquoi les retours H ſuivent la pente G de ſes bords couverts d'eau juſqu'à environ un pied au-deſſous des banquettes. On ſuppoſe que les eſpaces E & F ſont remplis de bonne terre franche bien battue, & qu'on a fait des conrois de glaiſe le long des murs H pour empêcher que l'eau du canal ne s'échappe derriere les retours M, à quoi il faut bien prendre garde en conſtruiſant ces ſortes de ponts; c'eſt pourquoi on ne doit pas négliger ces conrois non plus que les files de palplanches redoublées plein ſur joint

aux endroits où ils ſeront jugés néceſſaires. Je ne dis rien de la décoration d'un pareil pont, non plus que des détails qui appartiennent à ſa ſolidité, parce que nous y entrerons en parlant de la conſtruction des ponts en général.

Des ponts de maçonnerie qui ſe conſtruiſent ſur les canaux.

1147. Il nous reſte à faire mention des ponts que l'on conſtruit ſur les canaux, pour la communication du pays. Quand ils répondent aux grande routes, ils ſe font ordinairement en maçonnerie, formant une ſeule arche, dont la largeur ſe regle ſur celle des écluſes, qui ne paſſe guere vingt pieds aux canaux ordinaires, élevés ſuffiſamment pour le libre paſſage des bateaux. On profite autant qu'on le peut des murs d'un ſas ou des bajoyers d'une écluſe pour ſervir de culée lorſqu'il s'en rencontre à-peu-près dans la direction du chemin, ou bien on en fait exprès, afin de ne pas obliger les voyageurs à un trop grand détour. Comme ce qu'il faut obſerver pour établir ſolidement ces ponts appartient aux chapitres ſuivans, j'y renvoie encore pour éviter les répétitions; cependant l'on obſervera, 1°. de continuer les extrêmités des culées par quatre ailes, formant des pans coupés de quinze pieds de longueur, ayant chacun huit pieds d'évaſement, pour faciliter aux voitures les abords du pont, & de terminer ces ailes par des bouts de mur de huit pieds de longueur, dont le ſommet doit être fait en rampe, couvert de pierre de taille, & aligné aux bords du canal pour ſoutenir les terres. 2°. De faire la voûte en plein ceintre dans les endroits où le canal paſſera par des plaines, & où les culées n'auront que peu d'élévation, afin que la naiſſance de la voûte commençant à quatre pieds au-deſſus du niveau des eaux, la clef ſoit élevée de quatoze pieds au moins pour le libre paſſage des bateaux; & dans le cas où les bords du canal auront beaucoup d'élévation, on pourra ſi l'on veut, faire cette voûte ſurbaiſſée, autant qu'on le jugera convenable. 3°. D'en recouvrir l'extrados d'une chape de ciment terminée en pente juſques derriere les culées, dont l'épaiſſeur ſe réglera ſur leur hauteur. 4°. Lorſque ces ponts ſe font à l'endroit d'un canal accompagné de contrefoſſés, on obſervera de pratiquer ſous les rampes des aqueducs pour le libre écoulement des eaux, prenant garde de ne point donner à ces rampes plus de cinq pouces par toiſe, afin de les rendre commodes au paſſage de voitures.

Des ponts-levis à double tablier que l'on fait auſſi ſur-

1148. Lorſqu'il ne s'agit que des chemins de traverſe pour communiquer d'un village à l'autre, on ſe contente quelquefois d'un pont-levis de charpente à deux tabliers, en ce cas on

les canaux pour la communication du pays.

ſe conforme à-peu-près à ce qui ſuit pour la maçonnerie & la charpente.

On établit ce pont ſur deux culées de maçonnerie de vingt pieds de longueur dans le nud de leurs paremens, de quatre pieds d'épaiſſeur & de 7 pieds de hauteur au-deſſus de leur fondation, plus ou moins ſelon le niveau de la campagne qui leur répond. Les extrêmités de ces culées iront regagner la hauteur du talud des digues du canal, auront quatre toiſes trois pieds de longueur ſur trois pieds d'épaiſſeur, & formeront des pans coupés éloignés de trois toiſes trois pieds de la ligne prolongée du parement des mêmes culées. A ſix pouces de l'à-plomb du parement de chaque culée, on poſera un ſeuil de charpente de vingt-un pieds de longueur & de douze pouces de groſſeur, qui arraſera le deſſus de la maçonnerie.

A quatre pieds ſix pouces de chaque côté du milieu du ſeuil, on aſſemblera dans la face extérieure au canal, deux ſolles qui ſeront auſſi encaſtrées dans la maçonnerie pour recevoir les liens boutans d'un chaſſis : ces ſolles auront cinq pieds de longueur, & un pied de groſſeur; chaque chaſſis ſera compoſé de deux poteaux de onze pieds de hauteur, couverts d'un chapeau de douze pieds de longueur & douze pouces de groſſeur, formant une porte de neuf pieds de largeur ſur onze de hauteur, dont les liens ſeront ceintrés.

Les poteaux ſeront arcboutés par quatre liens aſſemblés dans le ſeuil, & quatre autres dans les ſolles; les grands liens auront huit pieds ſix pouces de longueur, & les petits quatre pieds ſix pouces. Pour aſſurer les tabliers du pont, il ſera poſé, ſur les chapeaux des deux chaſſis, deux longerons de vingt-quatre pieds & demi de longueur chacun ſur dix pouces d'équarriſſage, entaillés d'un pouce & demi, & attachés avec des boulons ſur l'à-plomb de la face extérieure des montans, avec leſquels ils ſeront entretenus par quatre liens. Ces longerons porteront dans leur milieu une traverſe d'onze pieds de longueur, & de huit à neuf pouces de groſſeur, ſur laquelle repoſeront les bouts des flêches des baſcules.

Les deux tabliers auront neuf pieds de largeur & dix pieds dix pouces de longueur chacun : leurs têtes & culées ſeront de neuf pouces de groſſeur, pour aſſembler cinq poutrelles à tenons renforcés, les extérieures auront huit pouces, & celles du milieu ſix pouces de groſſeur, recouvertes de madriers de deux pouces d'épaiſſeur.

Les

CARTE PARTICULIERE
Du Canal de Jonction des Rivieres de Somme et d'Oiſe
EN PICARDIE.

N.° 43.

Profil de l'Ecluse supérieure avec l'Elevation du mur de Chute.

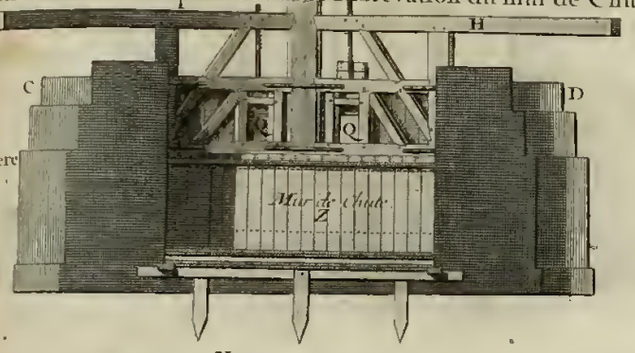


Fig I.ere

Profil de l'Ecluse inferieure apperceuë du côté d'Amont.

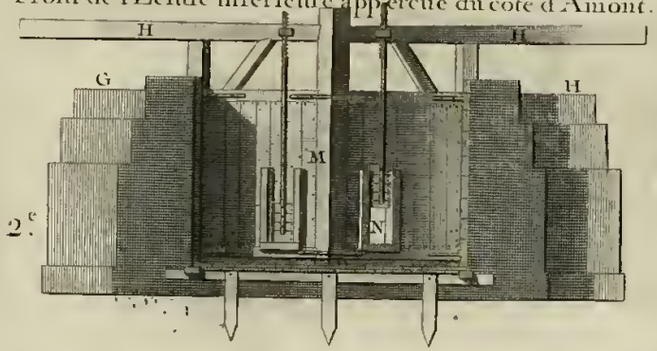


Fig 2.e

Vuë de l'Ecluse inferieure apperceuë du côté d'Aval.

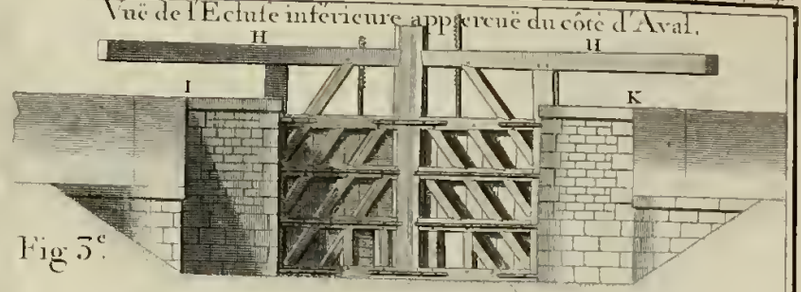
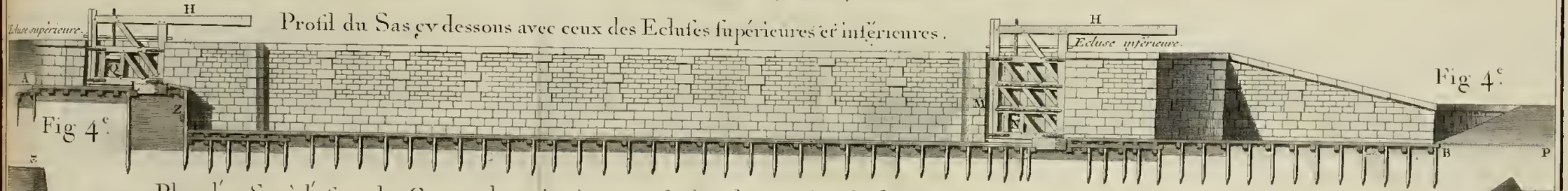
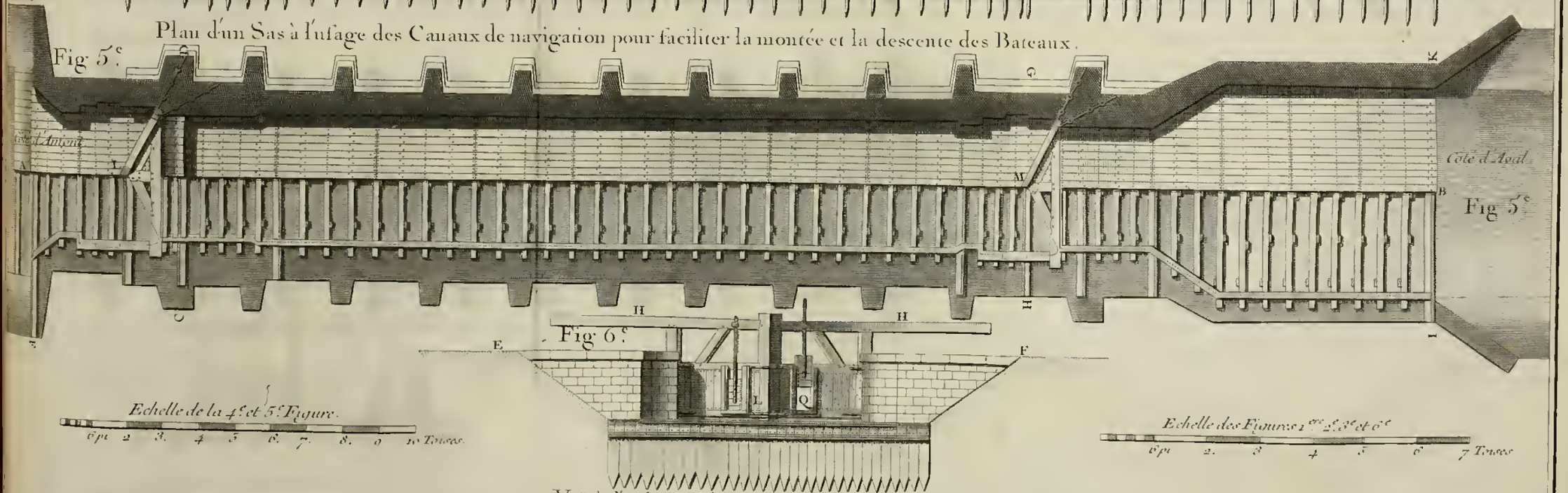


Fig 3.e

Profil du Sas ou dessous avec ceux des Ecluses supérieures et inférieures.



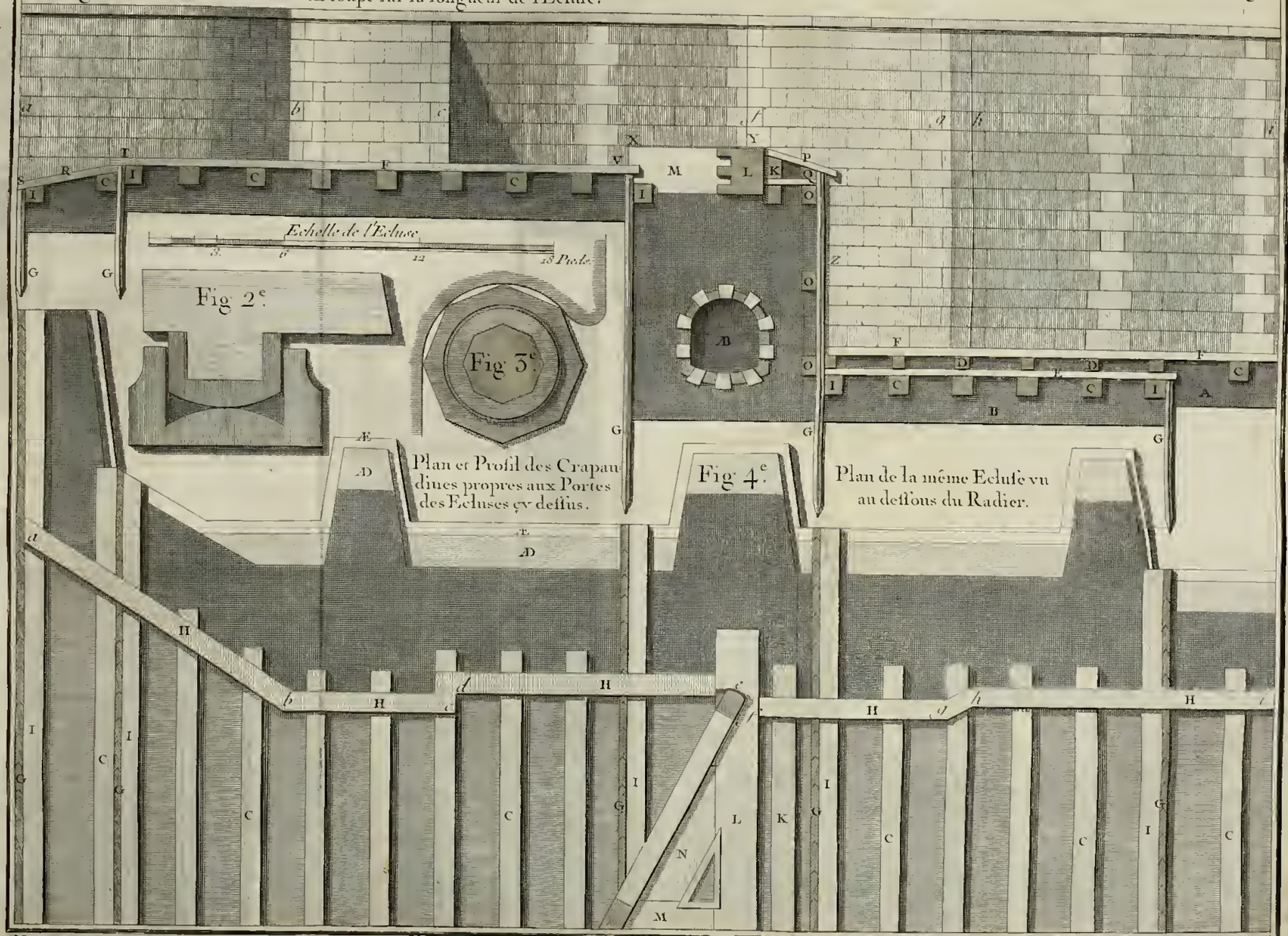
Plan d'un Sas à l'usage des Canaux de navigation pour faciliter la montée et la descente des Bateaux.



Vuë de l'Ecluse supérieure apperceuë du côté d'Amont.

Developement de l'Ecluse superieure avec son mur de chute pour faciliter l'intelligence des Sas propres aux Canaux de Navigation.

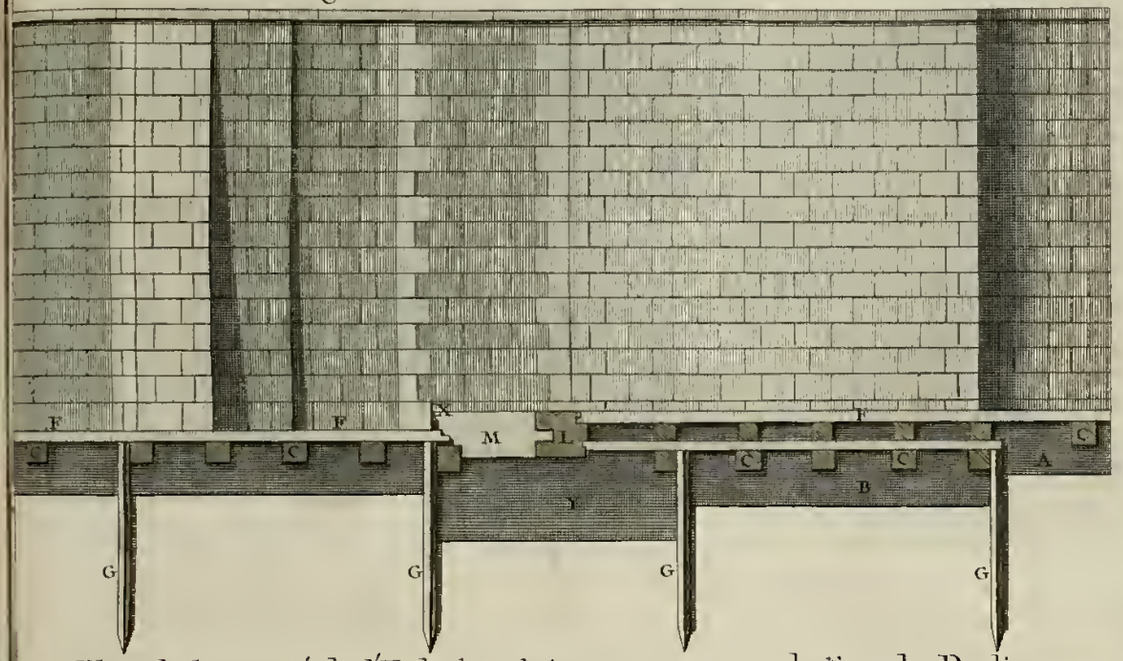
Figure Iere. Profil coupé sur la longueur de l'Ecluse.



Hervet Sculp. N.° 45.

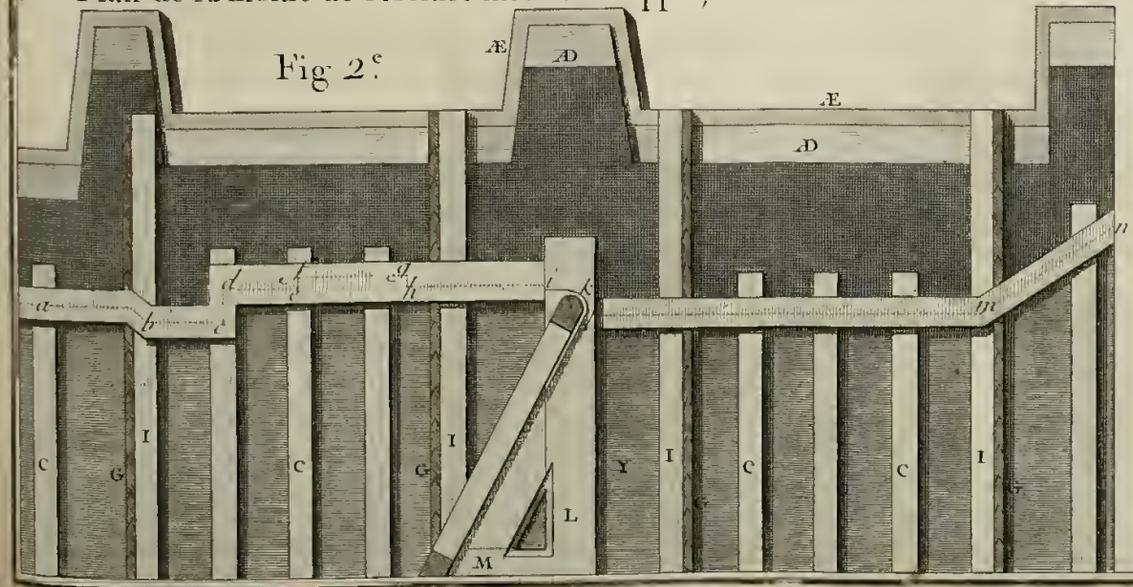
Developement de l'Ecluse inferieure d'un Sas propre aux Canaux de Navigation.

Figure I.ere



Plan de la moitié de l'Ecluse inferieure apperçu au dessous du Radier.

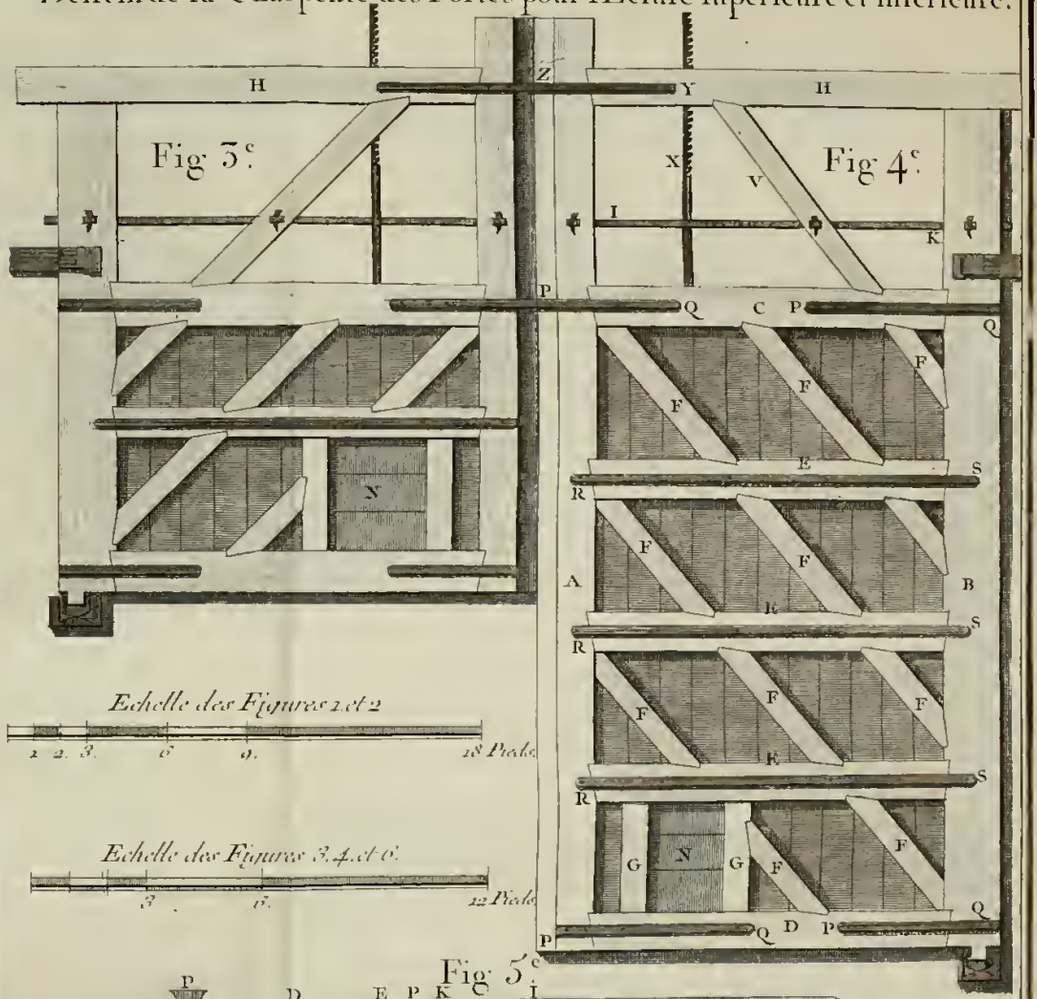
Fig 2.e



Dessein de la Charpente des Portes pour l'Ecluse superieure et inferieure.

Fig 3.e

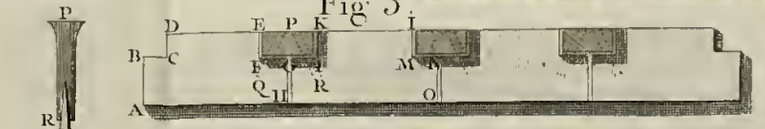
Fig 4.e



Echelle des Figures 1. et 2.

Echelle des Figures 3. 4. et 6.

Fig 5.e



Assemblage de la Charpente du Busc.

Fig 6.e

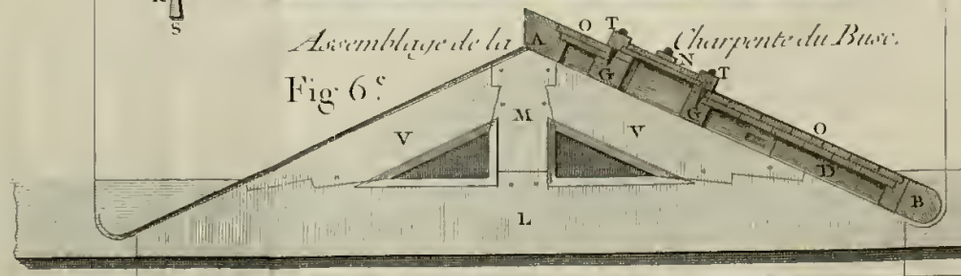


Figure I.re

Plan de deux Sas accollés dans le gout de ceux de Foncerane proche Bezieres au Canal de Languedoc.

Developement du Sas de Bouzingue situé sur le Canal de Furnes à Ypres.

Profil coupé sur la largeur de l'Echuse superieure passant par la ligne A B du Plan.

Acqueduc du Réservoir superieur

Acqueduc du Réservoir inferieur.

Fig 2.e

Echelle de la 1.ere Figure.

5 10 20 40. 80 Pieds

Profil coupé sur la longueur C D du Sas.

Fig 3.e

Plan du même Sas, vû au dessus et au dessous du Radier.

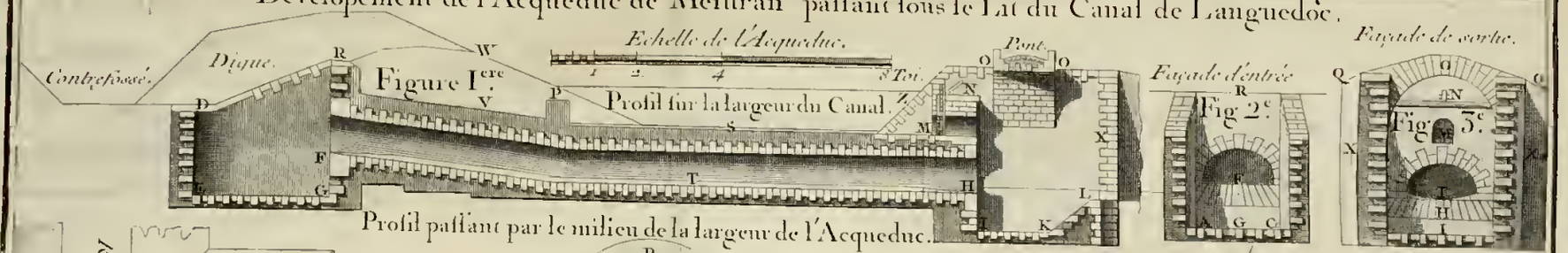
Fig 4.e

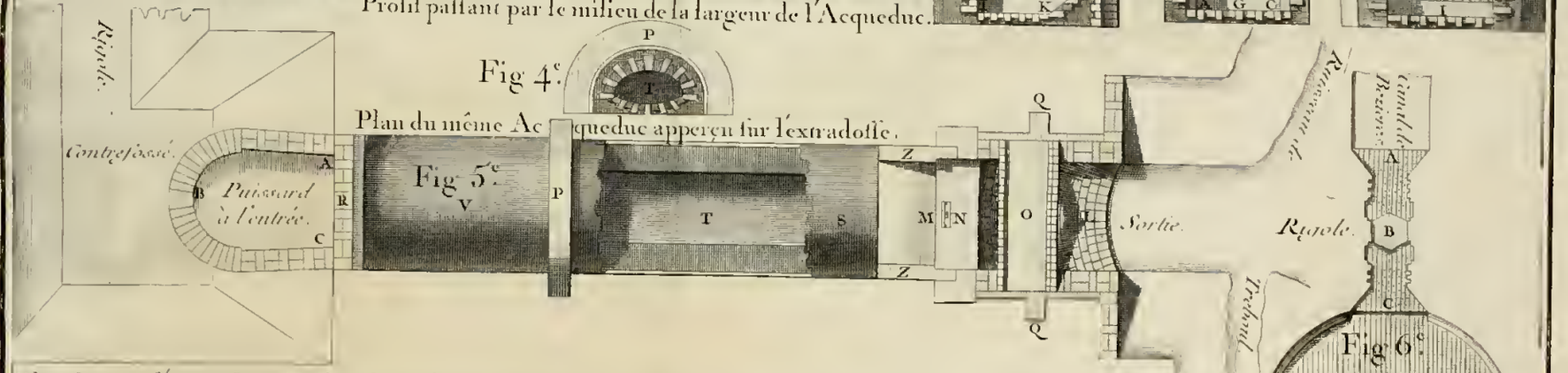
Echelle du Sas de Bouzingue.

6 pi. 2 3 4 5 10. 15 Toises.

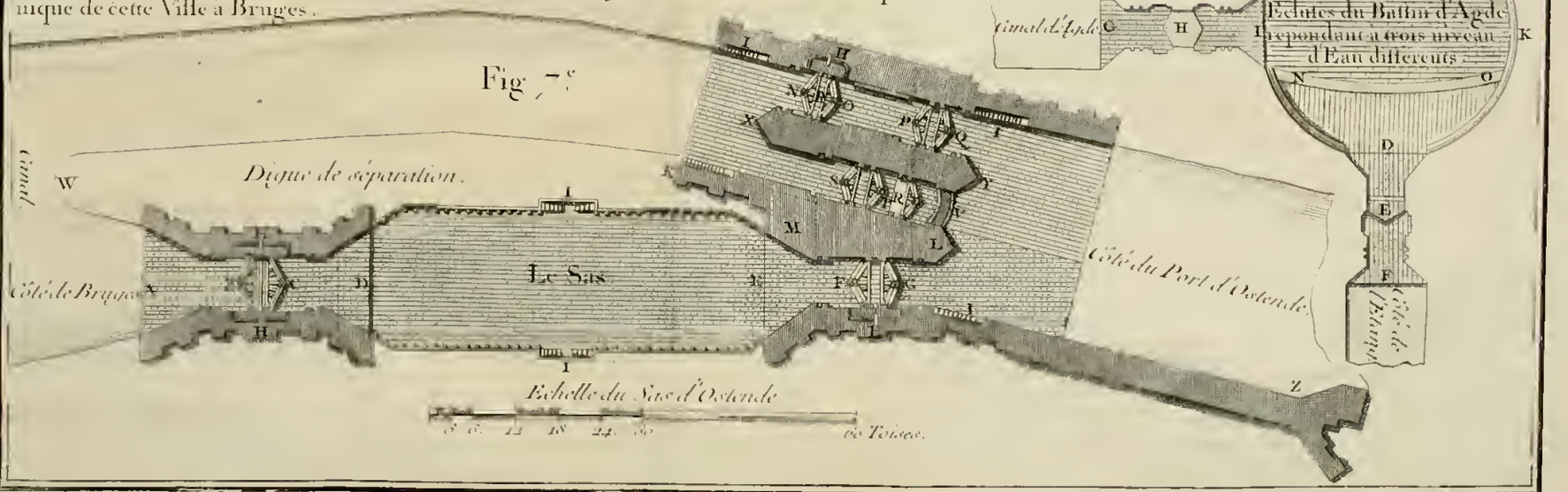
N.o 47.

Développement de l'Acqueduc de Mesuran passant sous le Lit du Canal de Languedoc.





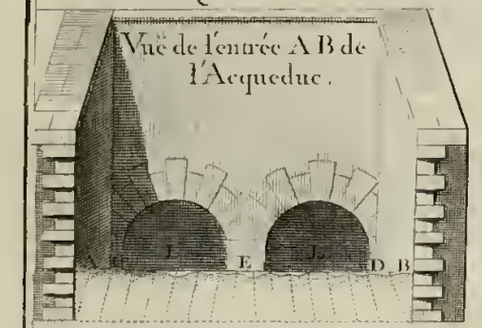
Plan du Sas d'Ostende avec celuy des Ecluses adjacentes placées à la tête du Canal qui communique de cette Ville à Bruges.



Hervaet Sculp. N.° 48.

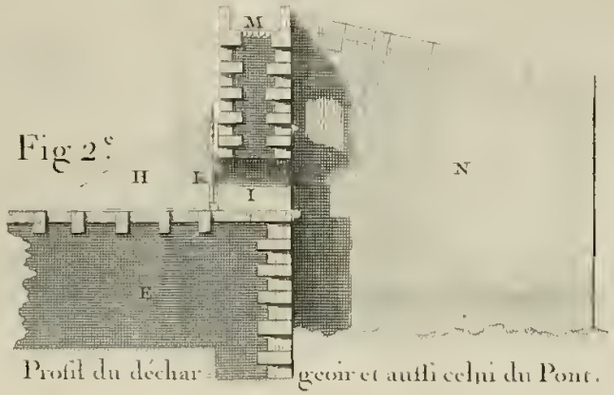
Développement d'un Acqueduc composé de deux passages, à l'imitation de celui de Quarente, éxécuté sous le lit du Canal de Languedoc.

Figure I.ere



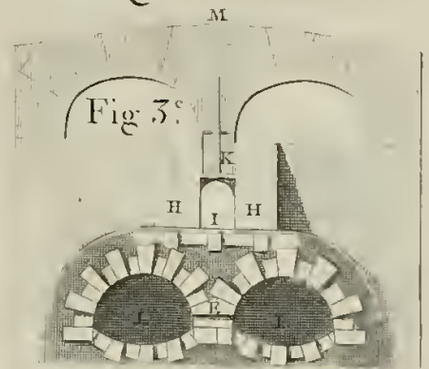
Terrain supérieur.

Fig 2.e



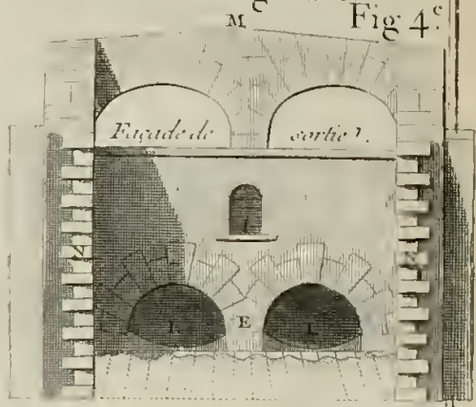
Profil du déchargeoir et aussi celui du Pont.

Fig 3.e



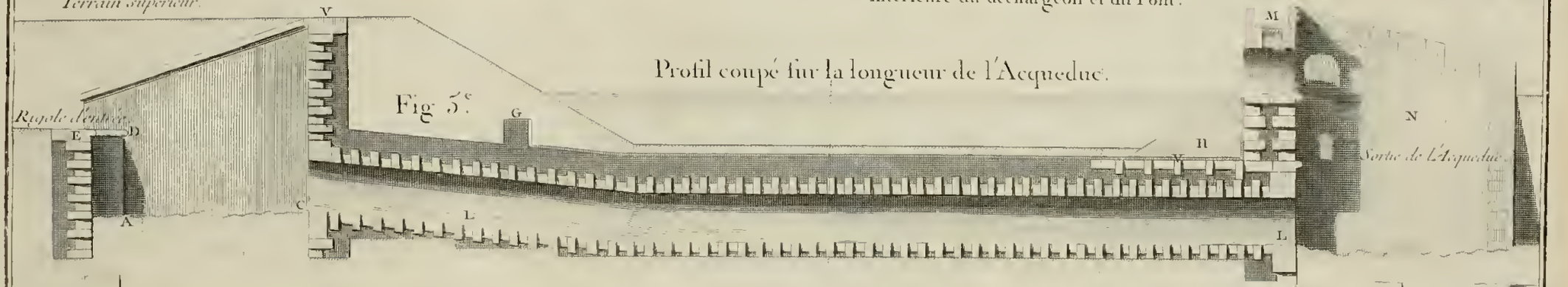
Profil de l'Acqueduc avec la façade intérieure du déchargeoir et du Pont.

Fig 4.e



Profil coupé sur la longueur de l'Acqueduc.

Fig 5.e



Plan de l'Acqueduc vuë intérieurement et extérieurement

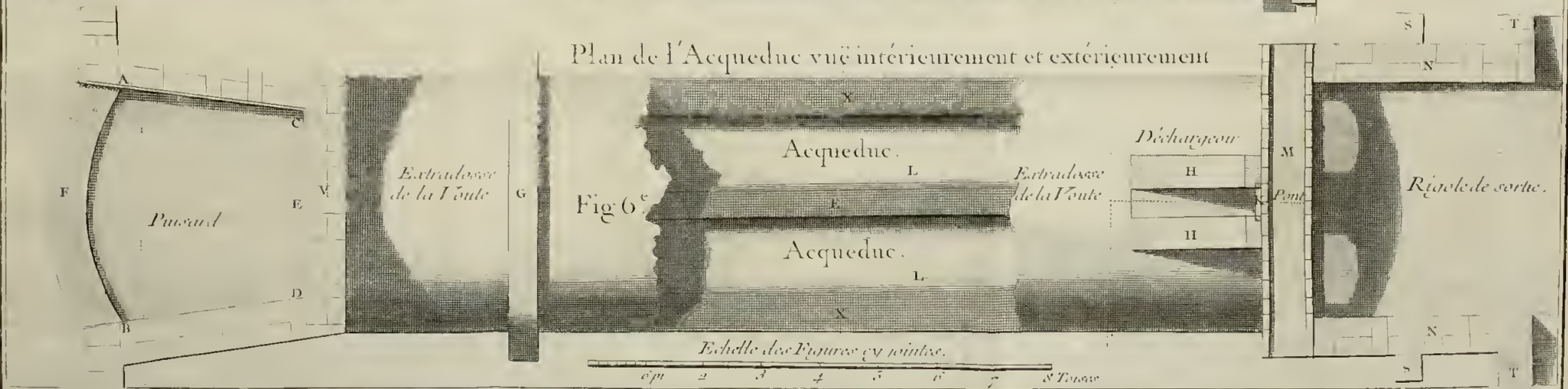


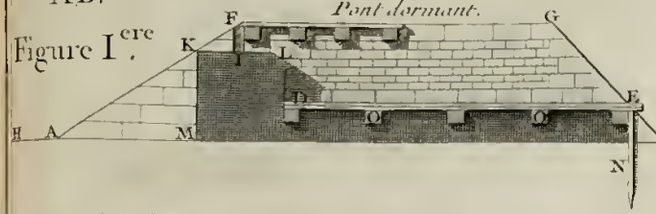
Fig 6.e

Echelle des Figures cy pointes.

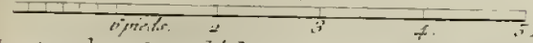
0pi 2 3 4 5 6 7 8 Toises

Profil d'un déchargeoir de superficie à l'usage des Canaux de Navigation coupé sur la ligne AB.

Figure 1.ere



Echelle de toutes les Figures comprises sur cette Planche.

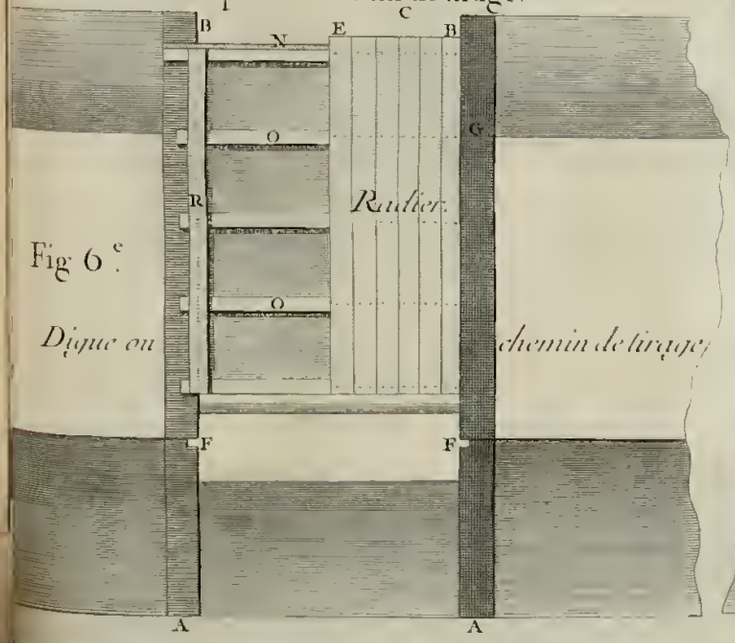


Elévation du même déchargeoir apperçu exterieurement.

Fig 3.e

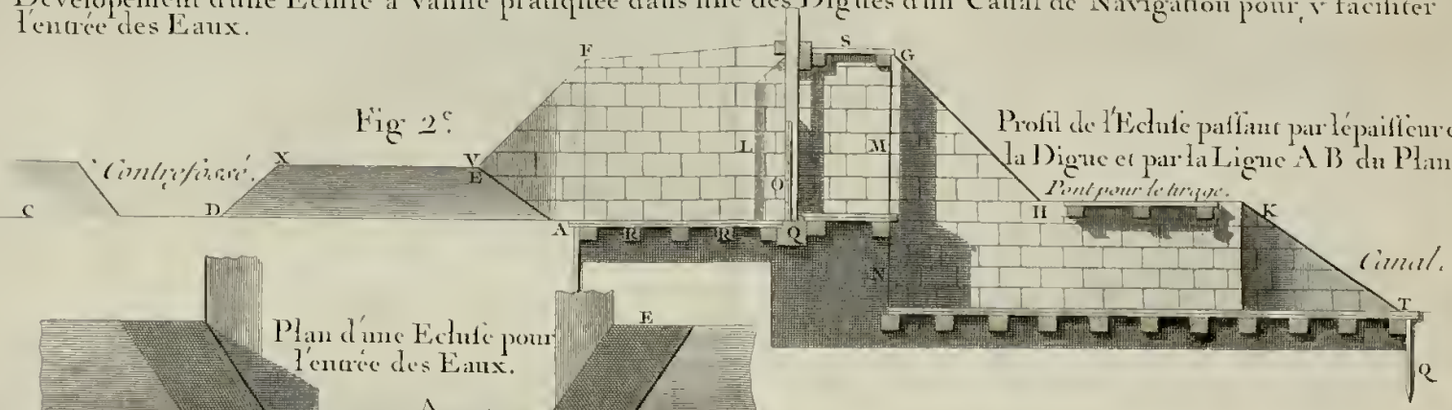
Plan du même déchargeoir au dessus duquel on suppose un Pont dormant pour le chemin de tirage.

Fig 6.e



Developement d'une Ecluse à Vanne pratiquée dans une des Digues d'un Canal de Navigation pour y faciliter l'entrée des Eaux.

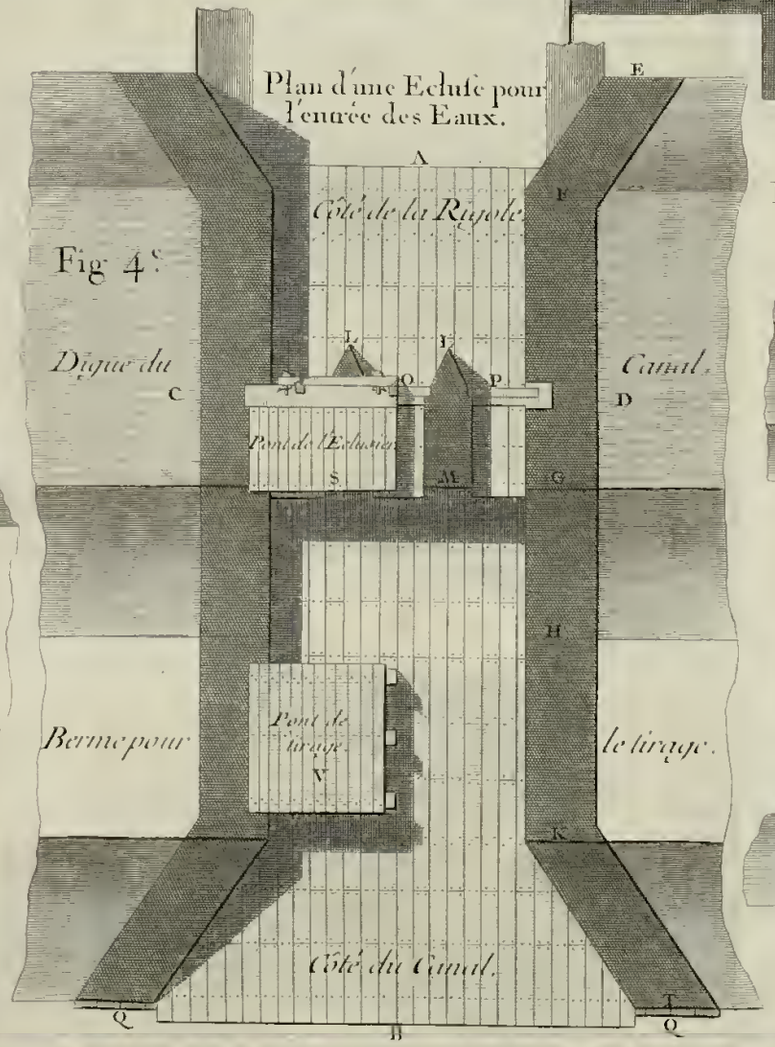
Fig 2.e



Profil de l'Ecluse passant par l'épaisseur de la Digue et par la Ligne A B du Plan.

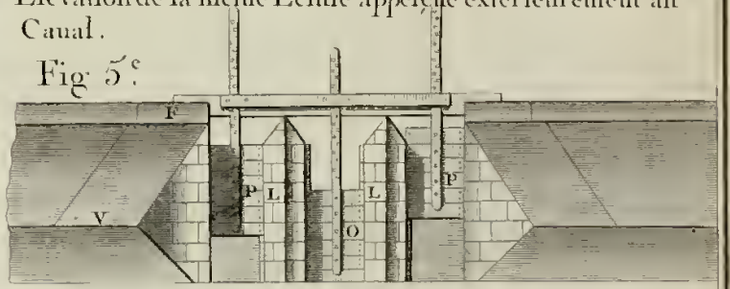
Plan d'une Ecluse pour l'entrée des Eaux.

Fig 4.e



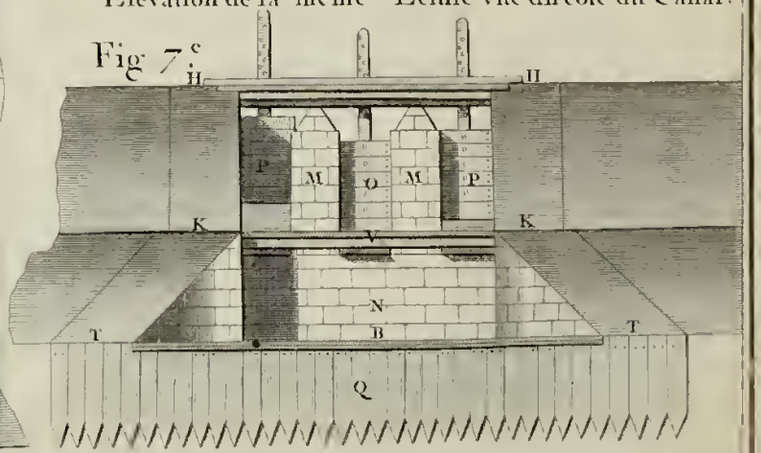
Elevation de la même Ecluse apperçue extérieurement au Canal.

Fig 5.e



Elevation de la même Ecluse vuë du côté du Canal.

Fig 7.e



Elevation de l'Acqueduc Pont de Trebes, fur lequel paſſe le Canal de Languedoc, dans la partie du Diocéſe de Carcaſſone.

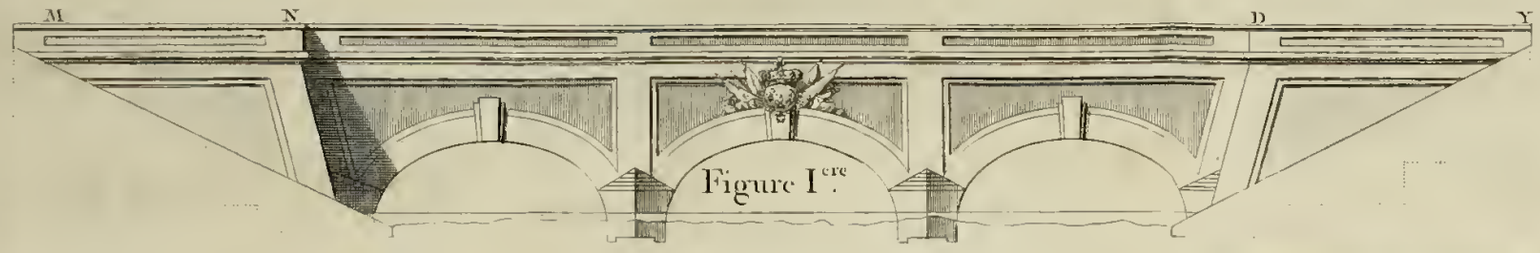


Figure Iere

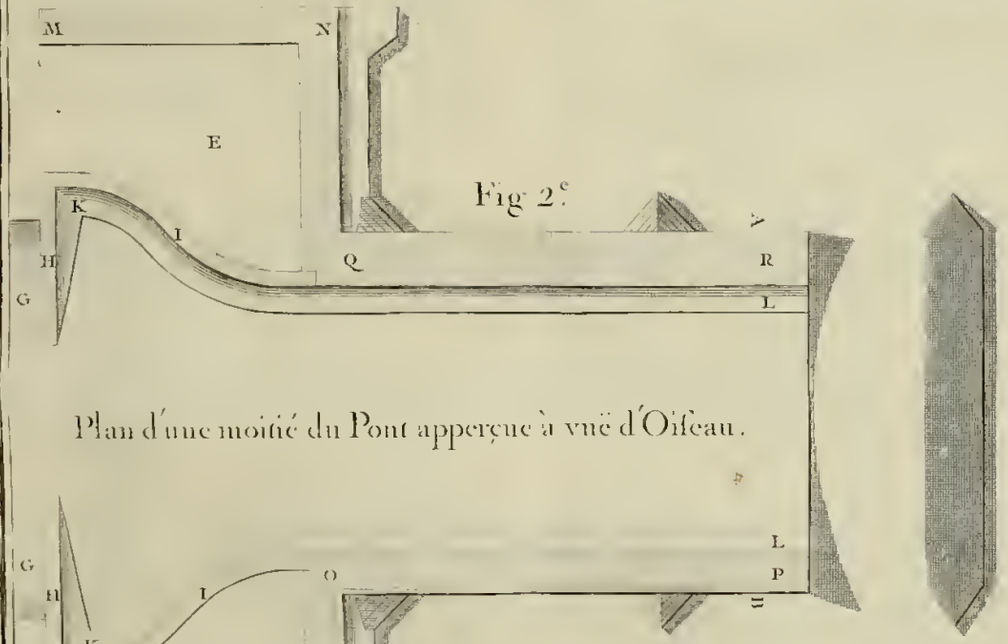
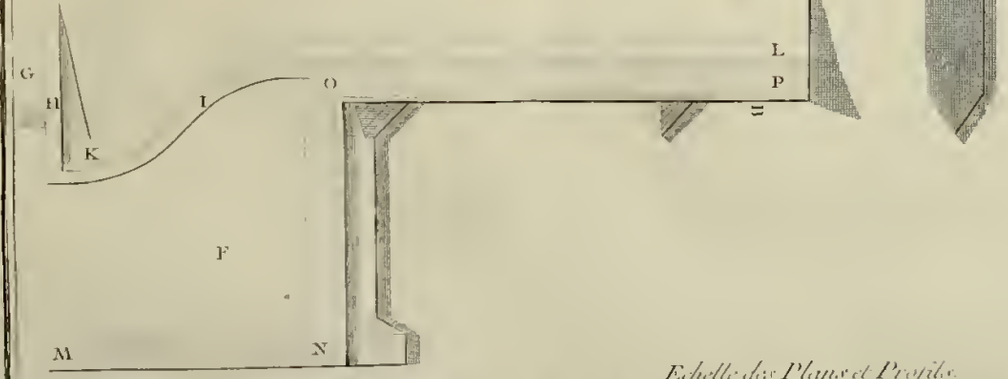


Fig 2^e

Plan d'une moitié du Pont apperçue à vuë d'Oiſeau.



Lit de la Riviere d'Orbiel.

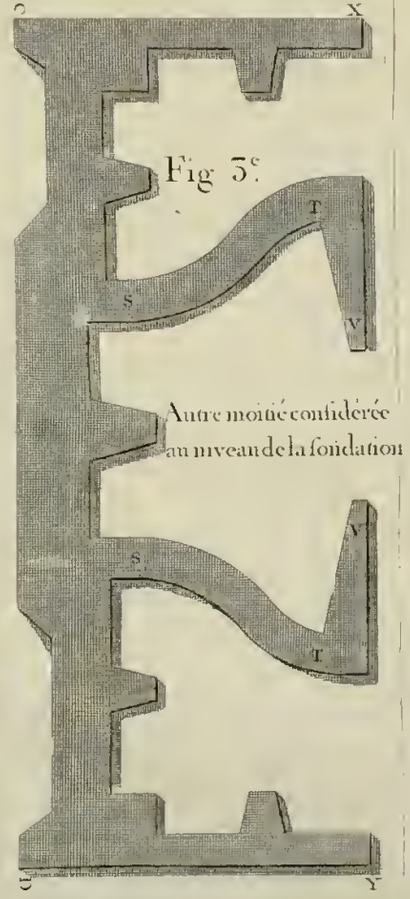


Fig 3^e

Autre moitié conſidérée au niveau de la fondation

Profil coupé ſur la largeur AB du Pont faiſant auſſi voir chacune des culées C D.

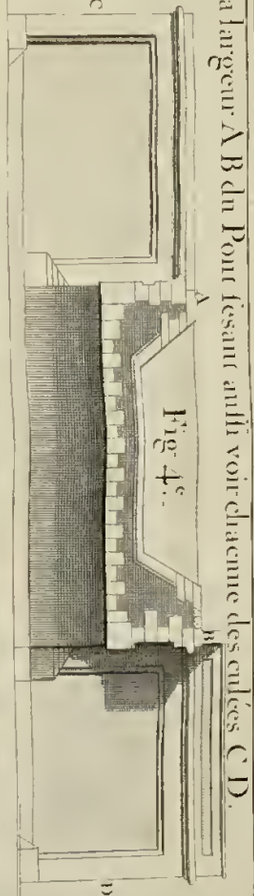


Fig 4e.

Echelle des Plans et Profils.

0 pi. 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Toises

Hervaut Sculp.

N.° 51.

Dévelopement d'un Pont à pratiquer sur un Canal, aux endroits où il auroit beaucoup de profondeur.

Figure Ire

Profil et Elevation du Pont apperçu en face.

Fig 2^e

Fig 3^e

Echelle de la Figure 3^e

Plan du même Pont accompagné des retraites et rempes occasionnées par la Montagne que le Canal traverse.

Fig 4^e

Echelle pour les Figures de cette Planche.

Elévation interieure de chaque Culée

Fig 5^e

Profil d'un Acqueduc fait en Siphon, passant sous un Canal de Navigation.

Fig 6^e

Fig 7^e

Plan de ce Canal apperçu à vuë d'Oiseau.

Les fleches des deux baſcules auront vingt-un pieds de longueur chacune, quatorze pouces de groſſeur dans le fort, & neuf pouces à l'extrêmité; leur aſſemblage aura neuf pieds de longueur, comme le pont, la culaſſe quatorze pouces, les deux entretoiſes un pied, & les deux croix de ſaint André huit pouces de groſſeur.

Les tourillons qui porteront les baſcules, rouleront ſur des crapaudines de fer attachées ſur l'angle extérieur du chapeau. Les crapaudines des tabliers le feront ſur la face intérieure des poteaux; les chaînes de ce pont, ainſi que les autres ferrures, ſeront d'une force convenable à leur deſtination.

Attention qu'il faut avoir pour conſtruire un pont à l'endroit d'un canal qui traverſe une montagne.

1149. Lorſqu'un canal traverſe une montagne ſur laquelle il ſe rencontre un grand chemin qu'il convient de conſerver en faiſant un pont, il faut pour ne point le gagner par une deſcente trop roide & enſuite en remonter une autre également incommode, établir ce pont ſur deux culées élevées à une hauteur convenable, & couper le ſommet de la montagne par deux chemins creux CO en pente douce qui diminuent l'élévation des avenues, & ſuivre à-peu-près la diſpoſition du pont repréſenté par les figures 2, 4 & 5 de la planche LII, qui montrent que ſous le lit du canal on établit une fondation AB, compoſée d'abord d'un grillage ſervant de plate-forme à un maſſif de maçonnerie d'environ deux pieds d'épaiſſeur, recouvert d'un ſecond grillage avec ſon plancher DD, le tout encaiſſé dans une enceinte de palplanches pour recevoir la tête des culées HIKL (figures 4 & 5,) le reſte élevé ſur des fondemens DC établis par caſcades, en ſuivant les banquettes que nous avons dit, article 1121, qu'il falloit faire pour ſoutenir les terres d'une pareille excavation. Au ſurplus, on voit que pour la continuation du chemin de tirage E l'on a menagé un paſſage au travers de chaque culée, & qu'on a fait un pont-levis Z à double tablier au-deſſus du canal. Ce n'eſt pas qu'à une pareille hauteur de culée, qui eſt ici de plus de quarante pieds, une arche n'eût été plus convenable, puiſqu'elle n'auroit cauſé aucun obſtacle au paſſage des bateaux; mais comme les figures que je donne ici ſont tirées du projet qu'a fait autrefois M. le maréchal de Vauban, pour rendre navigable ce que l'on appelle le *neuf-foſſé*, entre Aire & S. Omer, joindre par là la Lis avec la riviere d'Aa, & que dans un pays auſſi ſujet à la guerre, il pouvoit ſurvenir des circonſtances où il ſeroit convenable d'interrompre la communication de la Flandre avec l'Artois; M. le ma-

Pl. LII, fig. 2, 4 & 5.

réchal de Vauban a préféré pour cette raiſon un pont-levis à un pont de maçonnerie.

Maniere d'appuyer ſolidement les tabliers d'une longueur extraordinaire.

1150. Quand une grande ville eſt traverſée par l'embouchure d'une riviere navigable aux bâtimens de mer, & que pour la communication des deux parties de cette ville, on fait un pont de maçonnerie compoſé de pluſieurs arches, il en faut néceſſairement ſupprimer une vers le milieu, pour le libre paſſage de la mâture des vaiſſeaux marchands. Comme ce paſſage doit avoir au moins quarante pieds de largeur entre les piles adjacentes, la difficulté eſt de les joindre par un double pont-levis, dont chaque tablier ſera de vingt-un pieds de longueur. Or, comme il n'eſt pas queſtion ici de ſoutenir les bouts de leurs fleches, comme dans l'article 1148, par une traverſe poſée ſur deux longerons qui auroient ici trop de portée, nous avons cherché le moyen de s'en paſſer en donnant aux tabliers des appuis ſolides; c'eſt à quoi nous croyons être parvenus, comme on en jugera en conſidérant les figures 1, 2 & 3 de la planche LIII.

Pl. LIII, fig. 1, 2 & 3.

Suppoſant que l'intervalle AB marque la largeur qu'on aura jugé à propos de laiſſer au paſſage dont il s'agit, les piles AL & BL, celles qui doivent ſervir de culées aux ponts-levis NO, dont la ſeconde figure repréſente un des tabliers levé, & la troiſieme l'autre baiſſé, ayant PQ pour fleche, TV pour baſcule (figure 1,) poſée ſur un chaſſis fait en bonne maçonnerie. On remarquera que vers les deux tiers de la longueur de chaque tablier NO eſt ſuſpendu un chevalet mobile EHIE, compoſé d'un chapeau HI où ſont les tourillons de la ſemelle GK & des poteaux CFC; que lorſque ce pont eſt baiſſé, comme dans la figure 3, la ſemelle repoſe ſur une retraite E menagée exprès le long de chaque culée, pour ſervir d'appui au chevalet, par conſéquent au tablier qui lui répond moyennant le taſſeau M. Comme il faut que les ſemelles ſe logent elles-mêmes ſur ces retraites, lorſqu'après avoir levé les tabliers, ainſi que dans la ſeconde figure, on vient à les baiſſer, on ſuppoſe dans chaque culée deux fentes CD pour le libre paſſage des chaînes EL, attachées au-deſſous des liens C ſoutenant chacune un poids S, qui monte & deſcend ſelon le mouvement du tablier correſpondant, à l'aide des poulies ou rouleaux L qu'on ſuppoſe jouer librement aux endroits où on les voit placées, ce que les figures feront mieux ſentir qu'une plus longue explication.

On fait quelquefois des

1151. Pour communiquer au-deſſus d'un pareil paſſage, de même que pour celui des écluſes, on fait auſſi un pont tour-

nant diviſé en deux parties, dont chaque moitié ſe replie ſur ſa culée, pour l'entrée & la ſortie des vaiſſeaux; ou ſi ce paſſage n'eſt que d'une médiocre largeur, & n'excede point vingt-quatre pieds, on fait ce pont d'une ſeule partie qui tourne ſur une des culés où on le replie quand il eſt fermé, & il s'appuie ſur l'autre lorſqu'il eſt ouvert, tel que celui qu'on voit ſur la planche XXII du volume précédent. Comme cette maniere de pont s'emploie quelquefois ſur un canal, nous en avons rapporté un exemple par les figures 5, 6 & 7 de la planche LIII, où l'on ſuppoſe dans un terrein douteux les culées AB (fig. 5) aſſiſes ſur une bonne fondation, conſtruite dans le goût de celle dont il eſt fait mention article 1149, que l'on trouvera détaillée par la ſuite en décrivant la planche LVIII. Cependant comme le chapitre ſuivant roule ſur ce qui appartient à la conſtruction de ces ſortes de ponts, je ne m'y arrête point, & me contenterai de dire qu'on ne les employe ſur les canaux, que lorſqu'ils peuvent ſervir de barriere en tems de guerre contre les incurſions de l'ennemi, ou pour empêcher le paſſage des marchandiſes prohibées; alors on fait des redoutes de maçonnerie ſervant à loger les poſtes qu'on établit tout le long pour défendre le paſſage du canal. J'ajouterai en paſſant, que ſi en le conſtruiſant on avoit lieu de ſoupçonner qu'il pût devenir avantageux à l'ennemi en tems de guerre pour le tranſport de ſes munitions, on diſpoſe proviſionnellement dans les bajoyers des écluſes, des fourneaux de mines pour les détruire en cas de beſoin, & par-là rendre la navigation hors d'uſage.

des ponts tournans ſur les canaux pour couper la communication d un bord à l'autre. Pl. LIII, fig. 5, 6 & 7.

1152. Voilà dans ce chapitre & le précédent, les différens ouvrages qui peuvent entrer dans la conſtruction d'un canal de navigation, deſquels il ſera aiſé de dreſſer un devis général pour celui qu'on voudra faire exécuter, obſervant de terminer ce devis par les conditions auxquelles doit être tenu l'entrepreneur qui ſe rendra adjudicataire des travaux compris dans le même devis, ayant grand ſoin de les expliquer de maniere qu'elles préviennent les diſcuſſions qui pourroient naître de ſa part pendant le cours du travail, ou après qu'il ſera achevé. Le plus ſûr moyen de donner à ce devis l'ordre & la netteté qui doit lui convenir, eſt de prendre l'eſprit de celui que nous avons donné pour modele au quatorzieme chapitre du premier livre de cette ſeconde partie.

Remarque générale ſur la maniere de dreſſer les devis qui appartiennent aux canaux de navigation.

CHAPITRE X.

De la conſtruction des ponts-tournans & autres à quatre branches, imaginés nouvellement pour les canaux qui ſe croiſent.

SECTION PREMIERE.

Des ponts-tournans & d'autres à cramillieres.

Le pont-tournant de la grande écluſe de Cherbourg eſt un des plus parfaits qu'il y ait.

1153. DE tous les ponts-tournans qui ſont venus à ma connoiſſance, je n'en ai point vu de plus achevé que celui qui eſt ſur la grande écluſe de Cherbourg, que l'on ſait avoir quarante pieds de longueur (article 314). Ce pont ayant pour objet de faciliter l'entrée & la ſortie de la ville, a eu beſoin d'être fort ſolide pour le rendre capable de ſoutenir le paſſage continuel des voitures. Cependant M. de Caux, alors ingenieur du roi, en chef, a trouvé le moyen d'en rendre la manœuvre ſi aiſée, par la mécanique admirable qui y regne, que j'ai cru n'en pouvoir rapporter de plus digne d'être imité, laiſſant à la diſcrétion de ceux qui en feront conſtruire, de diminuer la groſſeur des bois ſelon la largeur du paſſage, quand il aura moins de quarante pieds, & ſelon qu'il eſſuyera plus ou moins de fatigue: du reſte l'on pourra ſi l'on veut, n'y faire aucuns changemens quand il en aura davantage, juſqu'à quarante-huit pieds, qui eſt la largeur qu'on donne aux écluſes deſtinées au paſſage des plus forts vaiſſeaux du premier rang, (article 120).

Pl. LIV & LV.

La premiere figure des deux planches relatives à ce diſcours, repréſente à vue d'oiſeau la partie du plan d'une grande écluſe, où ſont marquées les deux moitiés d'un pont-tournant de douze pieds de largeur, dont une eſt repliée & l'autre diſpoſée à recevoir la jonction de la précédente pour former le paſſage; la ſeconde & la cinquieme figure marquent le profil & le plan du même pont. Il eſt vrai qu'on n'en voit qu'une moitié entiere, l'autre ayant été tronquée pour ne point donner à cette planche une longueur incommode; mais cette diſpoſition ſuffit pour juger du reſte, principalement de l'encaiſſement de cette moitié,

pour montrer comme ſa culée eſt enclavée à ſon extrêmité F dans une couliſſe, afin de la maintenir dans la même poſition, ce que nous détaillerons quand il en ſera tems.

Dimenſions des pieces de charpente du même pont-tournant. Fig. 2, 4 & 5.

1154. Chaque moitié de ce pont eſt compoſée de cinq gîtes A de quarante pieds de longueur, dont le gros bout vers la culée F a neuf pouces d'épaiſſeur ſur dix-huit de hauteur, & le petit vers la volée B, ſept ſur quatorze, aſſemblées à double tenon & embrevemens avec les mêmes pieces, dont la premiere F eſt de vingt-quatre ſur vingt-ſix pouces d'équariſſage, & la ſeconde B de quinze ſur vingt.

Au-deſſous des maîtreſſes gîtes ſont des *ſous-gîtes* BB, (fig. 2) de huit pouces d'épaiſſeur, & de quinze de hauteur réduite; les premieres ſont arcboutées par des entretoiſes *A*3 de douze ſur quatre pouces, au travers deſquelles paſſent ſur-toute la largeur du pont des chevilles qui les contiennent de maniere à ne pouvoir ſe déjetter. Cet aſſemblage eſt poſé vers la culée ſur quatre traverſes, (fig. 5 & 10) dont les deux premieres C de ſeize ſur trente pouces de groſſeur, ſont jointes enſemble par des frettes AB, (fig 5,) & renferment la crapaudine Q du pivot P, (fig. 2 & 10). Elles ſont liées par des courbes ou jantes E de huit ſur neuf pouces, formant extérieurement un cercle de dix pieds de diamétre où ſont appliquées à diſtance égale huit roulettes R, qui ſoulagent le pont lorſqu'on l'ouvre ou le ferme, parce que pour peu qu'il balance, elles portent ſur une plaque de fer circulaire enclavée dans la plate-forme Z de l'encaiſſement. Quant aux deux autres traverſes D de quatorze ſur vingt-quatre pouces, qui renferment le cercle précédent, elles ſont bien frettées en I, lient les ſous-gîtes, & contribuent à fortifier le tout; d'ailleurs elles ſont attachées, ainſi que les autres pieces, avec des chevilles & étriers de fer. A l'égard du pivot & de la crapaudine de chaque moitié de ce pont, nous en avons ci-devant donné le détail (article 422) qu'il convient de relire préſentement; mais il importe de ſavoir que ces pieces ſont poſées à ſeize pieds du bord ſupérieur de la volée F, par conſéquent à vingt-ſix pieds de celui de la volée B, en ſuppoſant chaque moitié du pont de quarante-deux pieds de longueur, qui ſe trouve diviſée par le pivot en deux parties, dont la plus petite eſt à la plus grande, comme 16 eſt à 26, ou comme 8 eſt à 13, pour être à-peu-près en équilibre; je dis à-peu-près, car il eſt bien difficile d'atteindre exactement ce point dans un aſſemblage auſſi compliqué de pieces de charpente & de ferrure; il

eſt vrai qu'on y ſupplée en attachant quelque corps peſant au côté qui en a beſoin.

Explication des principales parties de la culée d'une moitié de ce pont.

1155. La culée F eſt contenue par une couliſſe de pierre de taille, comme le montrent diſtinctement les figures 2 & 10, & cette culée eſt accompagnée de ſix roulettes S & T, trois au-deſſus & autant au-deſſous ; elles jouent contre des quarts de cercle de fonte enclavés en V dans la couliſſe & ſur le pavé quand le pont eſt en mouvement ; car lorſque chaque moitié repoſe ſur ſon ſeul pivot, ces roulettes ne ſoutiennent rien, n'ayant été miſes que pour ſoulager le frottement lorſqu'il s'agit de l'ouvrir ou de la fermer ; mais pour empêcher qu'étant en ſa place elle ne ſouffrit trop, on l'a ſoutenue par quatre ſupports de fer dont il ſera fait mention après que nous aurons fini ce qui regarde la charpente.

Pl. XLIV & LV, fig. 2 & 5.

Les garde-fous pour chaque moitié du pont ſont compoſés de quatre poteaux H de neuf pouces en quarré, poſés à tenons aux extrêmités des pieces circulaires B & F, ayant dans leur intervalle des potelets I de ſix à ſept pouces de groſſeur aſſemblés avec les deux maîtreſſes gîtes extrêmes, le tout coiffé d'une liſſe d'appui K de neuf ſur ſept pouces d'équariſſage, ayant au-deſſous deux longerons L de trois pouces en quarré poſés en loſange. Ces garde-fous ſont ſoutenus à l'endroit des poteaux & potelets par des liens G ſervant de chaſſeroues, (fig. 4 & 5), c'eſt pourquoi ils ſont revêtus chacun d'une bande de fer coudée, faiſant partie des autres *AD* qui garantiſſent le plancher du pont, qui a trois pouces d'épaiſſeur, de l'impreſſion des rouages ; & pour que le même plancher ſoit conſervé dans le milieu, il eſt couvert d'un redoublement Æ de planches d'orme de deux pouces.

On voit que les pieces circulaires B, (fig. 2 & 12) aux extrêmités des volées ſont taillées de maniere qu'elles s'emboitent l'une dans l'autre en ſe joignant. Pour que cette jonction ſe faſſe ſans effort, & qu'on puiſſe les ſéparer facilement, on a tracé la courbure des volées B & celle de la culée F par un centre différent de celui des pivots, comme on va le voir en conſidérant la figure 7.

Maniere de décrire le plan d'un pont-tournant pour en rendre le jeu aiſé, en

1156. Ayant tiré la ligne FG perpendiculairement ſur la largeur du pont, de maniere qu'elle paſſe par le centre A du pivot répondant à la moitié DKBR du même pont ; on prendra ſur cette perpendiculaire au-deſſus de A, le point H éloigné de deux pouces, & au-deſſous un autre point I diſtant de trois pouces

du même centre, enſuite on ſe ſervira du premier H & de l'intervalle HD pour tracer l'arc DVK de la culée, & du ſecond I pour tracer l'arc RTB de la volée, ayant pour rayon l'intervalle IR. Trouvant de même au-deſſus du centre du pivot M de l'autre moitié du pont le centre S de ſa culée, on décrira l'arc OYN par l'intervalle SO, enſuite des centres A, M des pivots, on décrira auſſi les arcs KE, OP ayant pour rayon AK & MO qui acheveront de tracer les bords DKE, NOP des couliſſes.

évitant le frottement des volés & culées.

Après avoir ouvert les verroux qui lient enſemble les deux volées, on voit que, ſi la moitié DKBR du pont eſt tirée ſelon la direction DV par une puiſſance appliquée en D, tournant ſur ſon pivot A, la culée DK cheminera vers E, & le point B de la volée BR avancera vers C ſans trouver aucune réſiſtance contre l'autre QC, dont il s'éloignera de plus en plus, à cauſe que le rayon AB eſt plus petit que l'intervalle AC; ainſi il reſtera entre ces deux volées un jeu qui augmentera à meſure que le même point B cheminera. Il en ſera de même des autres points T intermédiaires entre B & R, ce qui eſt aiſé à entendre.

D'autre part il arrivera le même effet à la culée DVK, c'eſt-à-dire que cheminant vers E elle s'éloignera de plus en plus de la bordure de l'encaiſſement, parce que le rayon AD, qui a pour centre le pivot, eſt plus petit que HK ou AK, de maniere que cette culée ne pourra avoir aucun frottement dans l'étendue de l'arc DKE, auſſi-tôt que le point D viendra à ſe mouvoir.

Il eſt viſible que pour replier le pont, on commence par la moitié DKBR, & que ce n'eſt qu'après qu'elle eſt logée dans ſon enclave, qu'on fait tourner l'autre moitié CQON, par laquelle on commence quand on veut rendre le pont pratiquable. Alors la volée de la premiere s'approche de plus en plus de la ſeconde, tant que les points B & Q ſoient unis, ce qui ſe fait par un mouvement des plus doux, la force d'un homme appliquée à chaque moitié pouvant ſuffire pour la mettre en place, ſoit qu'on veuille ouvrir ou fermer le pont; au lieu que ſi le centre des courbes qui terminent les volées & culées, étoit le même que celui des pivots, il y auroit un frottement bien difficile à vaincre pour joindre ou déſunir les deux moitiés du pont, ce qu'on ne pourroit faire ſans le ſecours des cabeſtans, comme à celui du Havre de Grace, qui eſt incomparablement plus léger que celui-ci; ce pont étant ſi foible que le paſſage des voitures y eſt interdit, quoique dans la ſituation de la ville la

plus paſſagere, ce qui eſt une grande incommodité pour le commerce, par le détour qu'elles ſont obligées de prendre.

Pour limiter le mouvement du pont de Cherbourg, afin que les culées ne renverſent point la tablette des bajoyers, on a armé les extrêmités E & P (fig. 7) des couliſſes, d'un talon de fer ſcellé dans la maçonnerie de maniere qu'il ne puiſſe être ébranlé, quelque violent que ſoit le choc des culées; de même pour que les volées s'arrêtent en les joignant, on a attaché des pattes ſur les côtés Q & R qui débordent de trois ou quatre pouces la jonction des volées, afin que les ayant fermées elles ſe trouvent dans le juſte allignement qui leur convient pour faire uſage des verroux qui les retiennent de la maniere ſuivante.

Explication de ce qui appartient aux verroux ſervant à lier enſemble les deux volées. Pl. LIV & LV, fig. 5, 12 & 13.

1157. Il eſt tems de paſſer à l'explication des ferrures de ce pont, en commençant par celles des verroux qui ſervent à lier ſes deux volées, dont une des extrêmités ſe trouve exprimée fort en grand par les figures 12 & 13, qui en marquent le profil & le plan : ce que l'on reconnoîtra en conſidérant que A déſigne les bouts oppoſés des maîtreſſes gîtes aſſemblées avec les deux volées B; C le plancher du pont; D les deux poteaux de garde-fous répondant aux mêmes côtés, dont les mortoiſes L ſont pour recevoir les tenons des chaſſe-roues exprimés dans le plan, ainſi que leurs trois bandes de fer E incruſtées de leur épaiſſeur dans le bois, la premiere ſur le milieu de la face, & les deux autres ſur les côtés, comme on en peut juger par la figure 9, où H marque le pied d'un poteau, & G celui d'un des chaſſe-roues.

Ces verroux déſignés ici par F ont environ ſix pieds & demi de longueur, & dix-huit ſur trente-ſix lignes de groſſeur; ils ſont retenus par quatre crampons G à pattes, attachés avec des clous à vis, obſervant que les deux près de la jonction ont des branches qui traverſent l'épaiſſeur des volées B, au-deſſous deſquelles elles ſont rivées, afin que ces verroux ſoient arrêtés de maniere à ne pouvoir être dérangés de leur place. Le bout H de chacun eſt coudé, & forme une patte propre à recevoir les coups de maſſe qu'on y applique pour les tirer lorſqu'il s'agit d'ouvrir ou de fermer le pont, par la mécanique que voici.

Maniere d'ouvrir & de fermer les mêmes

1158. Près du poteau KD il y a une chappe à patte I attachée ſur le pont avec la même précaution que les précédentes. Cette chappe ouverte par le haut eſt percée de deux yeux ſervant

vant de palier aux tourillons d'une tige de fer K, coudée en bas en maniere de fourche à deux branches, terminée par le haut en forme de palette ronde, pour recevoir une fiche à vis PL, dont l'écrou *f*, *g*, eſt pratiqué dans l'épaiſſeur d'une plaque de fer attachée ſur une des faces du chaſſeroue, contre lequel s'applique cette tige quand les deux parties du pont ſont réunies. Son objet eſt d'empêcher que les verroux F étant en place, perſonne ne puiſſe les tirer que celui qui eſt chargé de la manœuvre du pont; pour cela la tête de la vis eſt enveloppée d'une chappe de fer cilindrique N, ſoudée à la palette de cette tige.

verroux, reſervé ſeulement à celui qui eſt chargé de la manœuvre du pont.

Le pont étant donc dans la ſituation qu'on le ſuppoſe ici, voulant en ſéparer les parties, on ſe ſert de la clef M qu'on ajuſte avec la tête P de la vis pour la faire tourner, tant quelle ſoit ſortie de ſon écrou, ſans pouvoir ſe ſéparer de la boëte N, parce qu'elle s'y trouve enclavée par un anneau & un collet. Après quoi l'on abat ſur le verrou HL la tige K accompagnée de la boîte N; alors ce verrou ſe tire en frappant de la maſſe ſur la patte H, parce que le talon O, qui ſe trouvoit arrêté par la tige K, a la liberté de paſſer au travers de l'échancrure que laiſſe la partie fourchue; ainſi les verroux étant tirés juſqu'en-deçà de la jonction des volées, les deux parties du pont ont la liberté de ſe ſéparer. Pour le fermer on frappe de nouveau ſur la patte H d'un ſens contraire au précédent, juſqu'au moment qu'elle a joint le premier crampon H, enſuite on leve la tige K qui étoit couchée, & on la fixe verticalement contre la face du chaſſeroue adjacent, moyennant la vis PL; dans cette poſition le pied de la tige maintient le talon O, par conſéquent les verroux ſont dans une ſituation à ne pouvoir être dérangés.

1159. Nous avons dit (article 1154), que chaque moitié du pont étoit ſoutenue par quatre ſupports ou *ſerres*, dont deux comme Y (figure 5 & 10) répondoient au-deſſous des extrêmités de la premiere traverſe D, quand elle ſe trouvoit d'alignement avec la tablette des bajoyers de l'écluſe, & les deux autres au bout des culées F; mais pour ne les point confondre avec les précédentes, qui ſont différentes, nous expliquerons d'abord les premieres, dont une eſt repréſentée en face, de profil, & en plan par les trois figures marquées 6.

Explication des ſerres ou ſupports qui ſoutiennent chaque moitié du pont au-deſſus des bajoyers de l'écluſe.

Il s'agit premiérement d'une tige compoſée de trois pieces de fer, dont deux, figurées comme AF, ſont attachées ſur une ſe-

melle, le tout lié par une troiſieme piece B moyennant deux clefs H ſerrées au bout avec des goupilles.

Les deux premieres AC, plus élevées que la précédente, ſervent à contenir un eſſieu D qui les enfile ; ſon uſage eſt de mouvoir une dent *à rochet* G que l'on diſtingue encore mieux exprimée en grand par IKL, (figure 11) dont MN marque l'eſſieu. Quand cette dent ſe trouve ſituée comme elle eſt ici, ſa partie inférieure L repoſe ſur la tige B (figure 6 & 11) & la ſupérieure I ſoutient l'une des extrêmités de la traverſe D du pont, comme on le voit marqué en Y, (figure 10) & ſoulage les roulettes R; c'eſt pourquoi l'on a incruſté au-deſſous de cette traverſe une bande de fer pour garantir des écorchemens que le frottement de cette dent auroit bientôt cauſé.

Pour mettre les choſes dans cette ſituation, on ſe ſert d'une clef N d'un pouce de diametre & de trois pieds de longueur, repréſentée au-deſſous de la troiſieme figure. On paſſe le bout du tourillon D (figure 6) dans un des yeux de cette clef qui ſe trouve alors ſituée horiſontalement, de même que la dent qui ne touche point le deſſous du pont, non plus que la tige B; mais dès qu'on ſouleve la clef pour la rendre verticale, la dent qui la ſuit prend auſſi la même poſition & rencontre le deſſous du pont qu'elle ſouleve tant ſoit peu en s'appuyant ſur la tige B. Quand on veut replier le pont, on ſe ſert de la même clef, c'eſt-à-dire, qu'on la met dans la poſition verticale pour la forcer de deſcendre juſqu'à l'horiſontale ; alors le côté du pont qu'elle ſoutenoit repoſe tout entier ſur ſon pivot pour le replier, ſuppoſant qu'on a fait la même choſe à l'autre bout de traverſe D, ainſi qu'aux deux ſupports de la culée.

Explication de la mécanique des ſupports qui répondent aux culées.

1160. Pour bien entendre ces deux derniers ſupports, il faut conſidérer dans la figure 10, la piece de charpente G nommée *renfort*, attachée deſſous la maîtreſſe gîte extrême A proche la culée F, obſervant que ce renfort eſt repréſenté ici ſur toute ſa longueur, au lieu qu'il eſt tronqué dans la figure 8, qui repréſente les mêmes choſes encore plus en grand. On prendra garde que la neuvieme fait voir la face extérieure de la culée F, (figure 11) priſe à ſon extrêmité gauche à l'entrée du pont, comme on en jugera en conſidérant une des trois roulettes S, de neuf pouces de diametre, poſées au-deſſus de la feuillure de la même culée, & au-deſſous de la couliſſe V, qui retiendroit cette culée ſi le poids de la volée vouloit l'emporter. Il en eſt de même des autres pieces communes à ces deux figures.

Cela posé, on saura que ce que l'on nomme *support* de la culée, est une piece de fer X (figure 8) de trois pieds de longueur, ayant un talon E de deux pouces en quarré qui s'appuie sur le cercle V (figure 5); elle est encastrée dans la retraite qui regne autour de la plate-forme de l'encuvement : ce talon porte au-dessus un *adent* ou crochet C. L'autre bout de ce support, qui se réduit à un demi pouce d'épaisseur sur un de hauteur, est terminé par un essieu mobile dans les yeux d'un étrier A attaché à la maîtresse gîte correspondante, & au renfort G qui l'accompagne (figure 10). Quand rien ne contraint ce support, il est soutenu sur un ressort D représenté aussi par DC (fig. 9) attaché au-dessous de la culée F, de maniere que le talon E ne peut reposer sur la plaque V qu'il n'y soit contraint par une puissance supérieure à la force de ce ressort, comme on va le voir. Au-dessus du talon E, il y a une chappe ou étrier B attaché solidement au-dessous de la culée F, soutenant les tourillons H d'un pignon composé de deux dents, représentées en grand dans la figure 11, l'une exprimée par BCDE, & l'autre par BAEF, ayant GH pour tourillon que l'on meut selon le besoin à l'aide de la clef N (figure 3). Par exemple, quand on veut fixer le pont, le pignon est alors situé comme on le voit ici, c'est-à-dire, que la dent supérieure BCDE soutient le pont, & que l'autre BAFE repose sur le talon, qui dans ce cas s'appuie sur la plaque V; au contraire, lorsque le même talon est porté par le ressort D du support X, ce pignon se trouve dans une situation horisontale *a, b, c, d, e, f,* ce qui se fait par la manœuvre suivante; mais auparavant il est bon d'avertir que les deux pieces C de la troisieme figure, marquent le plan & le profil de ce support représenté plus en grand dans la huitieme; c'est pourquoi l'on peut ne point tenir compte de la précédente, n'étant pas vue du même sens. Pl. LIV & LV.

Le bout H de l'essieu (figure 8) qui saille sur la chappe est quarré pour recevoir l'œil de la clef qui se trouve située horisontalement quand le pignon y est lui-même, comme *a, b, c, d, e, f,* alors on le rend vertical en soulevant la clef; dans ce cas la dent *b, c, d, e,* prend en montant le dessous du pont à l'endroit où on lui a incrusté une bande de fer, & l'autre *b, a, f, e,* vient rencontrer le sommet L du talon E, (figure 8) & le contraint de descendre sur la plaque V malgré la résistance du ressort D; c'est-à-dire, que le pignon agit de deux sens opposés, l'un de bas en haut & l'autre de haut en bas. Voulant dégager

le pont pour le faire tourner, il ne faut qu'ajuſter verticalement la clef avec le pignon, enſuite l'abattre juſqu'à l'horiſontale; alors la dent d'en haut abandonne le pont, parce que celle d'en bas qui ſerroit le talon, prend par le deſſous le crochet C, leve le ſupport X & laiſſe au reſſort la liberté d'agir.

J'ajouterai que l'on voit dans la figure 9 un bouton W, attaché à une des extrêmités de chaque culée, où l'on amarre un cable pour ouvrir le pont à l'aide d'un cabeſtan quand il ſe rencontre quelques obſtacles qui l'empêchent d'être mu à force de bras, & qu'à l'endroit de la jonction des volées, ainſi qu'aux bords des culées, on a attaché avec des charnieres une planche en forme de clapet pour couvrir les fentes qui ſe rencontrent en ces endroits, & empêcher que les ordures n'y tombent.

Autre maniere de ſoutenir les culées des ponts tournans. Pl. LIII, fig. 4.

1161. Il y a encore une autre maniere de ſoutenir les culées des ponts plus ſimple que la précédente, mais moins commode, qui ſe trouve exécutée au Havre de Grace : elle ſe réduit à un rouleau N poſé au travers de la largeur de la culée AB d'une moitié du pont, tournant ſur le pivot E de la crapaudine CD, ſitué près du parement du bajoyer CF, & la baſcule porte ſur pluſieurs roulettes I qui ſe meuvent le long de la plaque circulaire K proche le rebord LM; car lorſqu'on ſouleve la culée avec des leviers, & qu'on ôte les coins qui retenoient le rouleau, il deſcend de lui-même le long de l'inclinaiſon NG qu'on a donnée à la plate-forme. Voulant rejoindre les deux parties du pont, deux hommes font remonter ce rouleau juſqu'à l'endroit où il rencontre le deſſous du même pont, enſuite ſe ſervant de pinces qu'on introduit dans les mortoiſes du rouleau, on le force de monter & de ſoulever la culée, tant qu'elle ſe trouve de niveau avec le rez-de-chauſſée LO, & que les deux volées ſoient bien jointes; alors on fixe le rouleau à l'aide des coins comme auparavant.

Deſcription d'un pont à cramilliere à l'uſage des canaux de navigation. Pl. LIX, fig. 5, 6 & 7.

1162. Ayant voulu mettre à profit une partie de la planche LIX qui n'étoit point occupée, je l'ai remplie par les principales pieces d'un pont à cramilliere, tel qu'on en voit pluſieurs à Bruxelles ſur le canal de navigation de cette ville à Anvers, qui peut être appliqué en pareil cas, comme par exemple à la place du double pont-levis que l'on voit ſur la planche LII, & dans pluſieurs autres qui n'appartiennent pas aux canaux, comme pour fermer l'entrée d'un fort ou d'une citadelle, ayant vu le même pont ſervir à cet uſage; car la méchanique n'en eſt pas nouvelle; j'ignore ſeulement ſi elle a été décrite, c'eſt pourquoi elle ne ſera point ici hors de propos.

Quoique nous ne rapportions pas le plan de ce pont, on concevra aiſément par l'examen des figures 6 & 7, qu'il eſt compoſé de trois maîtreſſes gîtes L, chacune de trente pieds de longueur, aſſemblées par une culée, une volée, & des entretoiſes, & qu'il eſt recouvert ſur la longueur DE, qui forme le tablier, d'un plancher de neuf pieds de largeur ; le reſte DF qui fait la baſcule venant ſe loger quand le paſſage eſt ouvert ſous un autre plancher dormant qui couvre la cage AB de cette baſcule, ce qui eſt aiſé à concevoir. Le pont joue ſur les tourillons D, D d'un eſſieu de fer qui traverſe toute ſa largeur, & ſe trouve enclavé dans les murs qui forment les deux côtés de la cage parallele à la baſcule, plus légere que le tablier DE, qu'on leve & baiſſe moyennant la méchanique ſuivante.

Il s'agit prémierement d'une cramilliere de fer G formant une portion de cercle dentelée, qui a pour centre celui de l'eſſieu D, & pour rayon intérieur l'intervalle DG ; cette cramilliere eſt bien attachée aux endroits M ſur une des maîtreſſes gîtes extrêmes moyennant le pied L & le lien N. Secondement il s'agit d'un pignon F dont l'eſſieu, qui eſt auſſi celui de la roue de fer E, repoſe ſur les chevalets H & I, dont le premier eſt ſcellé dans la maçonnerie de la face adjacente, & le ſecond I eſt ſolidement attaché ſur le plancher qui couvre la cage, ce que la figure cinquieme fait voir diſtinctement, & la ſeptieme repréſente les garde-fous de fer IK, dont ce pont eſt accompagné. Quant à la maniere de le lever, on voit que le pignon s'engrainant avec la cramilliere, ſi l'on appuie ſur une des poignées H pour faire tourner la roue E de gauche à droite, le pignon fera deſcendre la cramilliere G, par conſéquent la baſcule FD, tant que le tablier DE approche de la verticale, ce qui arrivera quand le poteau K, ſur la tête duquel gliſſe la cramilliere, rencontrera la branche L qui lui ſert de pied.

SECTION II.

Des ponts de maçonnerie à quatre branches ou culées, propres aux canaux de navigation.

M'étant propoſé de donner pour exemple ce qui a été exécuté de plus digne d'attention dans l'architecture hydraulique,

voici un pont de maçonnerie qui mérite mieux qu'aucun autre de trouver place ici, par la ſingularité de ſa conſtruction qui le rend d'une commodité unique dans ſon eſpece, les anciens n'ayant rien produit de ſi heureuſement imaginé. Il fera juger du progrès qu'ont fait dans ces deniers tems meſſieurs les ingénieurs des ponts & chauſſées, ſous une adminiſtration auſſi recommandable que celle du miniſtre qui eſt chargé aujourd'hui d'un département dont tout le monde connoît l'importance pour le bien de l'état. En effet, jamais les grands chemins de la France n'ont été ſi bien entretenus; auſſi font-ils l'admiration des étrangers, qui conviennent que nous l'emportons à cet égard ſur tout ce qu'on voit en Europe, & même ſur les magnifiques chemins que les Romains ont exécutés, ſur-tout quand on conſidere la vigilance du digne corps qui en fait la ſûreté.

Situation du pont à quatre branches & ſes avantages pour la province du Calaiſis. Pl. LVI.

1163. Ce fameux pont eſt ſitué à la ſection que font les canaux de Calais & d'Ardres, ſur la nouvelle route de cette premiere ville à Saint-Omer. Par ſon ingénieuſe diſpoſition, il réunit dans un ſeul point la navigation de quatre canaux, le paſſage d'une grande route & la communication des quatre principales parties du pays, qui ſe trouvoient ſéparées avant ſa conſtruction, & qu'on n'auroit pu joindre ſans faire pluſieurs ponts, dont celui-ci ſeul remplit la fin. Les huit digues pour le tirage des bateaux ſervant auſſi de paſſage aux voitures des laboureurs du voiſinage, on voit qu'on arrive par douze chemins au centre du pont qui favoriſe le commerce & le tranſport des denrées aux villes prochaines, ainſi que la culture des terres; au lieu qu'auparavant les fermiers étoient obligés, pour tranſporter leurs grains, de faire annuellement des dépenſes & des pertes conſidérables, en les chargeant & déchargeant à pluſieurs repriſes pour les paſſer d'un côté à l'autre des canaux.

L'invention de ce pont eſt due à M. *Barbier*, ingénieur des ponts & chauſſées, qui l'imagina en 1747, lorſqu'il étoit chargé des travaux de cette eſpece dans la généralité de Picardie. La cour ayant agréé ſon projet, l'exécution en fut confiée en 1750, à M. *Beſſara*, ingénieur dans la même généralité, qui l'a conduit dans la perfection où il eſt préſentement; c'eſt de lui que je tiens le deſſein que j'en rapporte ſur la planche LVI, de même que les détails que voici.

Deſcription des principales parties de ce pont, pour

1164. Ce pont eſt formé par quatre culées ou branches, aſſujetties au plan d'un cercle dont le diametre entre les culées eſt de douze toiſes, ſur lequel s'éleve une voûte en demi-ſphéroïde

de vingt-un pieds de montée, laquelle eſt pénétrée par quatre lunettes pour le paſſage des bateaux; ſavoir, deux de trente pieds d'ouverture, & les deux autres de trente-ſix pieds, dont les axes paſſent par un centre commun, en formant des angles droits. La montée de ces lunettes eſt en plein ceintre, & leurs clefs regnent au même niveau juſqu'à la rencontre de la voûte ſphéroide, à un pied au-deſſous de ſa clef. Les huit pans coupés, ſervant de piédroits aux voûtes de ces quatre lunettes, ont chacun ſix pieds neuf pouces de longueur, ayant à leurs extrêmités des murs d'épaulement qui ont vingt-ſix pieds, ſur un évaſement de ſept degrés d'ouverture; les murs en aile qui ſuivent ont trente-trois pieds trois pouces de longueur, & ſont terminés par un ſocle de ſix pieds de longueur ſur trois pieds de largeur, & ſix pieds ſix pouces de hauteur au-deſſus des retraites, faiſant ſaillie de ſix pouces de chaque côté au bas des recouvremens des mêmes murs. *faciliter l'intelligence de ſa conſtruction.*

La naiſſance de la voûte en cul de four commence à deux pieds au-deſſus des retraites, qui eſt le niveau des eaux ordinaires, celles des grandes lunettes à deux pieds au-deſſus des mêmes eaux, & celle des petites à cinq pieds. La tête des lunettes eſt formée par un demi cercle, qui ſe raccorde exactement avec les murs d'épaulement, élevés de vingt-cinq pieds au-deſſus des retraites juſques ſous le cordon, enſuite deſquels ſont les murs en aile, dont les faces extérieures ſont terminées à chaque aſſiſe par des recouvremens taillés en rampe, ayant à leur extrêmité un quarré, pour éviter les angles trop aigus.

Le cordon qui ſert de baſe aux parapets a un pied de hauteur ſur huit pouces de ſaillie, & ces parapets ont trois pieds d'élévation au-deſſus du cordon, ſur dix-huit pouces d'épaiſſeur: ils ſont contregardés par neuf bornes poſées à trois pouces de diſtance, afin que le choc des voitures ne puiſſe leur cauſer aucun ébranlement, & les quatre têtes des lunettes ſont eſpacées en ſorte qu'il reſte entre les parapets ſoixante pieds de largeur pour le dégagement des voitures qui peuvent arriver enſemble ſur ce pont ſans y cauſer aucun embarras; c'eſt pourquoi l'on n'a point élevé l'obéliſque qu'on voit figuré ſur le deſſein, quoique d'abord on l'ait eu en vue

1165. Le terrein ſur lequel on a établi ce pont s'étant trouvé compoſé de tourbe mêlée de ſable mouvant & de terre graſſe, on a été dans la néceſſité d'aſſeoir la fondation ſur pilotis, pour conſolider un fond auſſi biſarre: les pilots ayant été récépés de ni- *Etabliſſement des quatre branches ſur leſquelles ce pont eſt élevé.*

Pl. LVI.

veau, on y a assis un grillage composé de longrines & de traversines de douze pouces d'équarrissage, recouvert d'un plancher de quatre pouces d'épaisseur attaché avec des chevilles de fer.

On a tracé sur la plate-forme précédente, les lignes nécessaires pour y élever la maçonnerie, dont la premiere pierre fut posée le 6 juillet 1750 par M. Chauvelin, alors intendant de Picardie, qui a adopté des premiers le projet de ce pont. La maçonnerie a été élevée de huit pieds de hauteur sur les quatre culées en huit assises, faisant retraite de deux pouces chacune, avec des encorbellemens pour porter les ceintres. L'épaisseur des culées au-dessus des retraites est de neuf pieds; les murs d'épaulement ont huit pieds d'épaisseur, & les autres en aile depuis ces derniers, se réduisent vers leur extrêmité à quatre pieds huit pouces.

Idée de l'assemblage des ceintres qui ont servi à former la voûte de ce pont, suivie du reste de sa construction.

1166. L'assemblage des ceintres a été composé de six maîtresses fermes pour la voûte en cul-de-four, avec quatre ceintres, suivant la projection des arêtes d'enfourchement, & de huit autres fermes pour les quatre lunettes; toutes ces fermes ont été liées ensemble avec plusieurs pieces en contrevent, afin d'éviter les mouvemens que le grand fardeau de la maçonnerie auroit pu occasionner. Cette charpente étant finie, on a continué de travailler à la maçonnerie, élevée également sur ces quatre parties, qui se sont réunies par la posée de la clef.

Les voûtes de ce pont sont faites régulièrement sur quatre pieds d'épaisseur, avec des vousoirs, carreaux & boutisses, alternativement de trois & de quatre pieds de longueur de queue, ayant leurs joints quarrés au moins de deux pieds de longueur, posés en bonne liaison, bien fichés, coulés & garnis d'éclats de pierre à chaque assise, lesquelles ont été arrasées au droit des quarreaux, avec des libages posés suivant la coupe jusqu'à la hauteur de l'extrados.

L'appareil de cet ouvrage a été bien suivi & fait avec toute la précision & la solidité possible, malgré les sujétions & difficultés qui se rencontrent en pareil cas, tant pour la taille des arêtiers que pour les têtes des lunettes, lesquelles forment des courbes à double courbure, où le moindre jarret auroit choqué la vue. La premiere dont on s'est servi est de la nature du marbre, elle se taille au poinçon, & pese 200 livres le pied cube.

CHAPITRE

CHAPITRE XI.

Comprenant des maximes ſur la conſtruction des ponts de maçonnerie.

CETTE ſeconde partie ayant pour objet l'établiſſement des ouvrages qui ſe font dans l'eau, il eſt naturel de parler particuliérement des ponts de maçonnerie, ſelon la nature du terrein où on voudra les élever, & relativement aux circonſtances qui accompagneront les rivieres qu'ils traverſeront. Pour continuer d'appuyer les inſtructions que je vais donner ſur les exemples qui ont le mieux réuſſi, j'aurai recours à ce qui a été ſuivi dans la conſtruction du pont royal ſur la Seine, à Paris, ayant ſervi de modele à preſque tous ceux qui ont été faits en France depuis 1685; à celui de Sedan ſur la Meuſe, & à celui qu'on a achevé en 1733 ſur la riviere d'Oiſe, à Compiegne. Je citerai d'autant plus volontiers ce dernier, que j'en ai ſuivi le travail en qualité d'amateur, & qu'il m'a mis en liaiſon avec M. Hupeau, directeur des ponts & chauſſées, qui en avoit la conduite. Le ſuccès qu'ont eu ce pont & les autres dont il a été chargé depuis, peuvent répondre de celui qu'il a commencé en 1752 ſur la Loire, à Orleans, qui ſera certainement un des plus beaux de l'Europe. D'autre part, j'ai eu recours à M. Peronet, auſſi directeur des ponts & chauſſées, & chef de la ſçavante école établie à Paris pour les éleves de ce département, qui m'a mis en état de donner les maximes ſuivantes, dans leſquelles j'ai fait entrer ce que M. Pitot, ingenieur-directeur des états du Languedoc, ſi connu par ſon profond ſçavoir, m'a fourni ſur la même matiere à l'occaſion du pont qu'il a adoſſé à celui du Gard en Languedoc. Je n'ai pas moins tiré de connoiſſances des fréquens entretiens qu'une étroite liaiſon m'a mis à portée d'avoir avec M. Polart, autre directeur des ponts & chauſſées de France, m'étant fait une loi de ne rien rapporter qui ne puiſſe être avoué par les maîtres de l'art, ce qui eſt le vrai moyen de ne point s'égarer.

Il faut que la longueur des ponts de maçonnerie

1167. Les ponts de maçonnerie conſtruits ſur les grandes routes doivent être d'une ſolidité à toute épreuve, & d'un abord commode, ſur-tout pour les voitures; ils doivent auſſi

Soit au moins égale à la largeur de la riviere. Inconvéniens de rétrécir le paſſage des eaux.

préſenter aux eaux une évacuation aiſée, & un paſſage libre à la navigation, ſi la riviere en eſt ſuſceptible; c'eſt pourquoi il faut donner à ces ponts au moins autant de longueur que cette riviere aura de largeur d'eau vive, dans le tems de ſes plus grandes crûes. Rien de ſi dangereux que de reſſerrer les eaux courantes, à cauſe de leur renflement du côté d'amont, qui cauſeroit une cataracte difficile & même dangereuſe pour le paſſage des bateaux, & qui pourroit occaſionner des affouillemens capables de dégrader le pied des piles & des culées.

On peut ajouter à ces raiſons qu'en rétréciſſant trop l'écoulement des eaux, il ſeroit à craindre que dans le tems des grandes crues elles ne ſe répandiſſent dans la campagne, où elles ne manqueroient pas de cauſer de grands dommages. Sans parler que venant à ſe gonfler extraordinairement, elles pourroient ſurcharger le pont juſqu'à le mettre en danger d'être emporté, comme cela eſt arrivé en pluſieurs endroits. Il paroît que feu M. de la Hite n'a pas eu aſſez d'égard à ces conſidérations, en faiſant le devis du pont de Compiegne, ayant un peu racourci la longueur qu'on pouvoit lui donner en faiſant les arches plus larges, au lieu qu'il en a avancé les culées dans la riviere, moyennant les deux avant-corps qui leur donnent de la ſaillie ſur le revêtement des quais, parce qu'il a voulu évaſer ſes extrêmités par des dégagemens que l'on voit au plan & à l'élévation. Pour prévenir les inconvéniens qui en pouvoient réſulter, on a fait, quelques années après que ce pont fut achevé, un canal de décharge ſur la rive droite de l'Oiſe, lequel porte les eaux ſurabondantes de la partie d'amont dans celle d'aval, après avoir traverſé la chauſſée du grand chemin de Noyon, où il a fallu faire un ſecond pont à trois arches. Cependant il y a des cas où un pareil canal devient indiſpenſable, lorſque la longueur du pont eſt déterminée par des ſujetions auſquelles on eſt obligé de ſe conformer.

Pl. LVII.

Lorſque la longueur d'un pont eſt égale à la largeur de la riviere, qui eſt le cas le plus ordinaire, le paſſage de l'eau ſe trouvant rétréci de toute l'épaiſſeur des piles, il eſt à propos de ne donner à ces piles que l'épaiſſeur néceſſaire; elle doit dépendre, ainſi que celle des culées, de la largeur des arches, de la hauteur des piédroits, de l'épaiſſeur des voûtes & de leur charge.

Des arches des ponts ſe font ordinai-

1168. On fait ordinairement les arches en plein ceintre, ou on les ſurbaiſſe du tiers de l'ouverture, comme celles du pont

royal de Paris, pour ne pas trop les élever, où la grande arche de douze toiſes devroit avoir trente-ſix pieds de montée, depuis les naiſſances de ſes premieres retombées juſques ſous la clef, ſi elle étoit en plein ceintre, au lieu qu'elle n'en a que vingt-quatre, en ayant retranché douze, qui eſt le tiers de trente-ſix. Ces arches ſe font en demi ellipſe que l'on trace avec deux centres ſelon la pratique ordinaire, ou bien l'on ſe ſert des deux foyers pour la tracer plus réguliérement, en s'y prenant comme l'on fait pour ce qu'on appelle *l'ovale du jardinier*, qui eſt effectivement une courbe géométrique; en ce cas on doit ſe ſervir d'un fil de fer plutôt que d'un cordeau. Pour plus de ſûreté il faut vérifier ce tracé par des perpendiculaires élevées ſur l'axe à égale diſtance du centre, pour voir ſi ces lignes limitées par la courbe ont exactement la longueur convenable aux ordonnées correſpondantes aux points de l'axe d'où elle partiront; ce qui eſt aiſé pour peu qu'on ſçache de géométrie.

rement en plein ceintre; ou ſurbaiſſées d'un tiers de leur hauteur naturelle, ce qui fait la ſixieme partie de la largeur de l'arche.

1169. Lorſque la hauteur des piédroits n'eſt que d'environ ſix pieds, & que les arches ſont en plein ceintre, l'expérience a fait voir qu'il ſuffiſoit de donner aux piles, pour épaiſſeur, la ſixiéme partie de la largeur des mêmes arches, en y ajoutant deux pieds; c'eſt-a-dire que les piles des arches de ſix toiſes, doivent avoir huit pieds d'épaiſſeur priſe au-deſſus de la derniere retraite, & celles de huit toiſes de largeur, auront leurs piles de dix pieds d'épaiſſeur.

Méthode pour déterminer l'épaiſſeur des piles & culées des ponts ſelon la largeur des arches, tant en plein ceintre que ſurbaiſſées du tiers.

Cependant comme pour les arches d'une grandeur extraordinaire, on peut borner l'épaiſſeur des piles à la ſixieme partie de la largeur des mêmes arches, pour ne point paſſer ſubitement à la ſuppreſſion totale des deux pieds que nous venons de dire qu'il falloit ajouter à ce ſixieme, on ne pouſſe cette augmentation que juſqu'aux arches de huit toiſes, après quoi l'on réduit par gradation les deux pieds, en les diminuant de trois pouces par toiſe d'augmentation; c'eſt-a-dire, par exemple, que pour une arche de douze toiſes, qui exigeroit, ſelon la regle précédente, des piles de quatorze pieds d'épaiſſeur, voyant que celle de huit toiſes eſt augmentée de quatre, qui, à raiſon de trois pouces de diminution pour chacune, font un pied, le retranchement dès deux dont il s'agit réduit les piles à n'avoir que treize pieds d'épaiſſeur; par conſéquent en ſuivant la même regle, les arches de ſeize toiſes donneront ſeize pieds pour l'épaiſſeur de leurs piédroits, parce que la diminution de trois pouces ſur chacune des huit toiſes d'augmentation, réduira les deux pieds à

zero. N'en étant plus queſtion pour les arches ſuivantes, celles qui ſeront de vingt toiſes auront leurs piles de vingt pieds d'épaiſſeur : ainſi des autres.

Pour les arches ſurbaiſſées du tiers qui n'auroient auſſi qu'environ ſix pieds de hauteur de piédroit, il convient de donner à l'épaiſſeur de leur pile le cinquieme de leur diametre, plus deux pieds juſqu'à huit toiſes d'ouverture, & de diminuer enſuite ces deux pieds à raiſon de trois pouces par toiſe d'augmentation, comme on vient de l'expliquer ; enſorte que pour douze toiſes trois pieds, les piles doivent avoir quinze pieds d'épaiſſeur, comme celles du pont royal.

A l'égard des culées, leur epaiſſeur eſt aiſée à déterminer, dès que l'on a une fois celle de la premiere pile qui leur répond, puiſqu'il ne s'agit que d'y ajouter le ſixieme de la même épaiſſeur ; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi celle de cette pile étoit de huit pieds, il faudroit y ajouter un pied quatre pouces, afin d'avoir neuf pieds quatre pouces pour l'épaiſſeur de la culée.

Il convient de faire en portion de cercle, les faces des avant & arriere-becs, & de pratiquer des murs d'évaſement aux extrémités des ponts.

Pl. LVII.

1170. Les piles qui ont pour baſe un rectangle, ne ſont guere d'uſage que pour les ponts ſitués ſur de petites rivieres : encore vaut-il mieux leur faire des avant & arriere-becs ; mais au lieu de faire leur baſe triangulaire comme au pont royal, il faut les former par deux portions de cercle AB & BC (figure 2.) ayant pour rayon l'épaiſſeur AC de la pile, & pour centre les points extrêmes A, C de ſes flancs, comme on l'a fait au pont de Compiegne ; ce qui a été imité à tous les autres que l'on a conſtruits depuis, parce que l'eau s'y écoule mieux, & cauſe moins de cataractes & d'affouillemens.

Lorſque les culées tiennent à des quais, il faut les faire ſur le même alignement, pour ne point retrécir ſans néceſſité le lit de la riviere ; c'eſt pourquoi l'on auroit pû au pont royal ſe diſpenſer de l'avant-corps d'un pied de ſaillie NPQ (figure 3). Au reſte, ſi l'on avoit à ſoutenir de part & d'autre des culées les terres d'un grand chemin, on y ajouteroit des murs d'épaulement que l'on accompagneroit d'autres murs en ailes, évaſés ſur un angle d'environ trente degrés d'ouverture, obſervant d'en terminer le deſſus en glacis pour ſuivre le talud des mêmes terres.

On fait auſſi des évaſemens au bout des ponts pour donner plus d'aiſance à leur abord ; alors il convient que ces évaſemens ſoient ſur des *trompes* ou *panaches* qui partent du milieu des premieres arches, en les évaſant ſur un angle de quarante-

cinq degrés, comme on a fait au pont royal, où ces trompes ſont marquées au plan (figure 4) par AC, & au profil (figure 3) par AICAN; les parapets CD, qui accompagnent ces deux figures, repréſentent ceux des quais adjacents; au reſte cette trompe ſe trouve auſſi exprimée par les mêmes lettres dans la premiere figure. Pl. LIX,

1171. Pour déterminer l'épaiſſeur des arches à leur clef, on la fait égale à la vingt-quatrieme partie du diametre de celles qui ſont en plein ceintre; lorſqu'elles ſont ſurbaiſſées, on donne à cette épaiſſeur la douzieme partie du rayon qui a ſervi à tracer le grand arc ou l'arc ſupérieur, & l'on ajoute un pied au total; cette épaiſſeur ſera ſuffiſante, que la pierre ſoit dure ou tendre: la derniere eſt à la vérité moins forte & ſembleroit exiger plus d'épaiſſeur, mais auſſi elle peſe moins à peu près dans le même rapport. *Maniere de déterminer l'épaiſſeur des arches ſelon leur grandeur, que le rez-de-chauſſée des ponts ſoit horiſontal ou incliné.*

Ces épaiſſeurs ſont déterminées de même pour les voûtes de pierre de taille qu'on fait aux têtes, & on eſt aſſez dans l'uſage de donner plus de longueur à leurs vouſſoirs, en les faiſant arriver en prolongement de coupe juſques ſous le cordon, comme on l'a pratiqué au pont royal, pour fortifier un peu les têtes, & marquer extérieurement plus de ſolidité par une épaiſſeur qui n'eſt qu'apparente. Au reſte, on remplit les reins des voûtes en maçonnerie juſqu'à la hauteur du deſſous de la forme du pavé.

On diſtribue les arches en nombre impair, pour qu'il s'en trouve une dans le milieu du courant, & non pas une pile, qui formeroit un écueil dangereux pour le paſſage des bateaux, dans un endroit où les rivieres ont ordinairement le plus de rapidité.

Lorſque les berges des rivieres ſont ſuffiſamment élevées, il convient de faire toutes les arches égales & de même élévation, puiſque l'eau doit y paſſer à la même hauteur & parallelement. Pour lors le rez-de-chauſſée du pont doit être de niveau, & l'on fait écouler l'eau des pluies, ſoit par des gargouilles ſaillantes placées ſur chaque pile, ſoit avec des caniveaux de pierre répondant aux têtes du pont, où ils arrivent en pente au milieu des arches.

Ces ponts de niveau ſont les plus commodes pour le paſſage des voitures & pour celui de l'eau; cependant on eſt le plus ſouvent obligé de faire l'arche du milieu plus élevée que les autres pour faciliter le paſſage des bateaux, ſur-tout quand ils ſont chargés de fourages qui leur donnent ordinairement beau-

coup de relief : alors il faut diminuer également de quelques pieds l'ouverture des autres arches collatérales, afin de les baiſſer, enſorte que la pente du pont, ou celle de ſon rez-de-chauſſée, puiſſe être réglée de maniere à n'avoir plus que trois pouces par toiſe.

Que les arches ſoient égales ou non, il convient de placer leur naiſſance au niveau de la hauteur des baſſes eaux, & jamais au-deſſous, à moins que les voûtes ne ſoient en *tiers-point*, c'eſt-à-dire de deux portions de cercle, comme il convient quelquefois de les faire quand elles ont une largeur extraordinaire. A l'égard de la hauteur des arches en général, elle doit excéder de trois ou quatre pieds au plus le niveau des plus grandes eaux, & les autres arches plus baſſes les excéderont au moins de deux pieds.

Comme les ponts ſont des chemins contigus ſur l'eau, ſi ces chemins demandoient pour les adoucir, ou pour quelques autres raiſons, d'avoir de la pente, il conviendroit pour lors de faire ſuivre au pont la même pente en continuation, par conſéquent de placer la plus grande arche du côté le plus élevé, & de diminuer les autres convenablement à cette pente, obſervant que l'arche deſtinée à la navigation, ſoit d'une grandeur ſuffiſante.

Lorſque l'on n'a qu'une ſeule arche de dix à douze pieds d'ouverture & au-deſſous, il convient de la prolonger ſur toute la largeur du chemin, eût-il ſoixante pieds, parce que la dépenſe ne ſera guere plus grande que ſi on la bornoit à la largeur ordinaire, à cauſe qu'on épargne les murs d'épaulement, qui coûtent autant & plus que la prolongation de la voûte.

De la largeur qu'il convient de donner aux ponts ſelon leur uſage.

1172. Il n'en eſt pas de même pour les ponts compoſés de pluſieurs arches, dont on borne la largeur à trente pieds d'une tête à l'autre, y compris les trois pieds pour l'épaiſſeur enſemble des deux parapets; mais ſi ces ponts ſont deſtinés pour la commodité d'une grande ville, les cinq toiſes de largeur ſerviront principalement pour le paſſage des voitures, indépendamment des banquettes V (figure 2 & 3) qu'il convient de faire à droite & à gauche, dont chacune aura neuf pieds de largeur ſur vingt & un pouces de hauteur au-deſſus du pavé du même pont, pris dans ſon milieu; à quoi ajoutant les trois pieds pour l'épaiſſeur des parapets, on voit que toute la largeur ſera de huit toiſes trois pieds, qui eſt celle du pont royal.

Pl. LIX.

Voilà les maximes préliminaires qu'il convient d'avoir en vue pour former le projet d'un pont de maçonnerie; il nous reſte

à rapporter celles que l'on doit ſuivre dans l'exécution ; c'eſt ce que nous allons faire ſucceſſivement depuis la fondation des piles & culées juſqu'au couronnement de l'ouvrage, afin que l'on trouve dans ce chapitre tous les articles qui peuvent ſervir à dreſſer un bon devis pour tel pont que ce ſoit, en y faiſant entrer les modifications que les circonſtances des lieux pourront occaſionner.

Epaiſſeur qu'il faut donner aux batardeaux ſelon la profondeur de l'eau qu'ils auront à ſoutenir, ſuivi de leur conſtruction.

1173. Pour parvenir à fonder ſous l'eau, on enveloppe une pile & ſa culée correſpondante, & quelquefois deux piles de ſuite, par un batardeau aſſez éloigné de l'ouvrage que l'on veut établir pour pouvoir placer commodément les machines deſtinées aux épuiſemens, comme nous avons dit qu'il falloit s'y prendre pour les ecluſes. On fait ordinairement l'épaiſſeur de ces batardeaux égale à la profondeur de l'eau que l'on a à ſoutenir, quand elle n'excede pas neuf pieds, après quoi on ajoute un pied à l'épaiſſeur de neuf pour chaque trois pieds que l'eau aura de plus en profondeur ; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi elle avoit 12, 15, 18, 21 & 24 pieds de profondeur, on donneroit 10, 11, 12 & 13 pieds d'épaiſſeur aux batardeaux, que l'on fait d'ailleurs aſſez élevés pour être garantis des crues ordinaires, de la hauteur deſquelles on doit être bien informé.

Ces batardeaux ſe compoſent de deux files de pilots en grume bien alignés au cordeau & plantés à trois pieds de diſtance d'un centre à l'autre, enſorte que l'intervalle des deux files, que l'on ſuppoſe bien paralleles, ſoit égal à l'épaiſſeur qu'il conviendra de donner au batardeau. On obſervera encore que les pilots ayent environ ſix ou ſept pieds de *fiche*, qu'ils ſoient plantés bien droits, & entretenus enſemble par un cours de liernes de ſix ſur quatre pouces de groſſeur, attaché en dehors à la hauteur des baſſes eaux. Sur ces liernes on poſe par entailles des entretoiſes de deux en deux pilots ; on les attache avec des chevilles de fer, auſſi bien qu'aux pilots adjacents, ce qui ne ſe fait qu'à meſure que l'on place les vannages dans des chaſſis à couliſſes d'environ neuf pieds de largeur. Ces chaſſis ont chacun pour montans deux planches d'un pouce & demi d'épaiſſeur, & d'environ huit pieds d'intervalle ; ils ſont appointés par le bas & entretenus enſemble au ſommet pardeux traverſes ſéparées par l'épaiſſeur des planches en maniere de couliſſe, & par deux autres traverſes poſées de même vers le milieu de leur hauteur, pour recevoir les planches qui en doivent former le vannage. Il faut que ces vannages ſoient préparés ſur le chantier avant que d'être mis en place,

les planches numérotées pour pouvoir les remettre dans leur chaſſis, dont les deux montans ſeront enfoncés à la maſſe pour les faire entrer dans le terrein ferme, après quoi l'on prend les planches de rempliſſage qu'on laiſſe couler perpendiculairement dans les couliſſes des mêmes chaſſis ; on enfonce ces planches d'environ dix-huit pouces dans le lit de la riviere.

Cela fait, on cure le fond du batardeau pour remplir ſa capacité de terre graſſe bien conroyée, enſuite on place les machines pour les épuiſemens ; quand l'ouvrage eſt achevé, les mêmes batardeaux peuvent être enlevés & employés ailleurs.

Etabliſſement de la plate-forme ſur pilotis pour les piles & culées d'un pont.

1174. L'eſpace compris par les batardeux étant épuiſé, on fait les excavations pour l'emplacement de la culée & des piles que l'on a entrepris, donnant au moins ſix pieds de largeur de plus à ces excavations, pour la liberté de la manœuvre ; enſuite on trace l'ouvrage le plus exactement qu'il eſt poſſible, ayant égard à la grandeur qu'il faudra donner aux empattemens que pourront exiger les retraites de deux pouces, qu'auront chaque aſſiſe de maçonnerie établie dans l'eau, dont la derniere doit affleurer la ſuperficie des plus baſſes eaux.

Ayant fait les ſondes néceſſaires pour juger de la qualité du fond, on prendra garde qu'à moins qu'on ne rencontre un banc de roc d'une épaiſſeur ſuffiſante & par-tout d'une égale ſolidité, pour aſſeoir les fondations, il faudra indiſpenſablement les piloter & les établir ſur de bons grillages. On n'aura pas égard ſi une partie du terrein ſe trouve ferme, tandis que l'autre ne le ſeroit pas, parce qu'il faut que les piles & culées trouvent une égale réſiſtance ; autrement la différence des affaiſſemens : pourroit cauſer au pont des accidens auxquels il ne ſeroit plus tems de remédier. Suppoſant donc qu'on ſoit obligé de prendre ce dernier parti comme le plus ſûr & que l'ouvrage ſoit tracé, on y enfoncera des pilots d'une groſſeur & d'une longueur proportionnée à la nature du terrein, eſpacés de trois pieds d'un centre à l'autre, alignés de maniere à former un quinconce, comme on le voit marqué dans la figure 3, qui repréſente la moitié d'une pile, où l'on a eu égard d'en mettre une file dans le milieu de ſon épaiſſeur, afin que ceux des extrêmités, comme F, ſe trouvent au-deſſous de l'angle des avant-becs. Les pilots du pourtour des piles, comme ceux marqués DEFG, ainſi que les autres qui borderont les culées, les murs d'épaulemens & les quais, auront au moins dix-huit pieds de longueur ſur dix pouces de groſſeur, & ceux de rempliſſage pourront n'avoir

Pl. LVII.

que

que quinze à ſeize pieds de longueur ſur huit à neuf pouces de groſſeur.

Tous ces pilots ayant été récépés de niveau, on les coëffera de chapeaux ou traverſines OP (figure 4) dont la longueur excédera de ſix pouces les pilots de bordage, & on en remplira les intervalles avec de la maçonnerie; cette grille ſera recouverte par une ſeconde compoſée de longrines R, chacune poſée au-deſſus d'une file de pilots encaſtrée avec les traverſines. A l'égard de celle de pourtour QSQ, les parties courbes QS ſuivront exactement la figure des avant-becs, & on continuera de garnir de maçonnerie toutes les caſes, juſqu'à l'arraſement des longrines, dont le deſſous ſera callé à coups de maſſe, pour que nul endroit ne porte à faux. Ce grillage ſera enſuite recouvert d'une plate-forme T de quatre pouces d'épaiſſeur, bien clouée & chevillée; le tout conditionné avec les mêmes ſoins que pour les écluſes. Pl. LVII.

1175. L'ouvrage étant arrivé à ce terme, on tracera la poſition de la premiere aſſiſe relativement aux retraites qu'il doit y avoir juſqu'au nud du corps de la pile; on en uſera de même pour les culées & les murs d'épaulement & des quais, après quoi on établira la premiere aſſiſe de pierre de taille, compoſée alternativement de carreaux & boutiſſes, les boutiſſes ayant au moins trois pieds de queue, & les carreaux deux pieds de lit. Ces pierres ſeront coulées, fichées & jointoyées en mortier de chaux & ciment; derriere cette premiere aſſiſe & dans tout le reſte de la ſuperficie des piles & autres murs, ſeront poſés de gros libages les plus jointifs que faire ſe pourra, & de même hauteur que les pierres de parement, poſés à bain de mortier de chaux & ciment, & tous les joints bien remplis d'éclats de pierre dure; le tout arraſé avec le même mortier. *Conſtruction de la maçonnerie des piles & culées, avec celle des crêches.*

Les pierres de parement de cette premiere aſſiſe ſeront cramponées les unes aux autres avec des crampons de fer ſcellés en plomb; indépendamment de ces crampons il en ſera mis encore un derriere chaque pierre de parement pour la lier avec le libage, & toutes les autres aſſiſes ſeront conditionnées de même, ainſi que celles des culées & murs d'épaulement, juſqu'à la ſuperficie des baſſes eaux, qui eſt la hauteur où ſe terminera la derniere aſſiſe, après avoir laiſſé deux pouces de retraite pour chacune; alors on n'emploiera plus de mortier de ciment que pour le parement, parce qu'il ſuffira de remplir le derriere au-

deſſus des baſſes eaux de gros moëlon, avec mortier de chaux & ſable.

Pendant que l'on élevera les premieres aſſiſes des piles & culées, on pourra, ſi on le juge néceſſaire, former autour de leur parement des *crêches*, dont l'uſage eſt excellent pour en aſſurer & conſerver le pied; on battra une file de pilots IKLMN, (figures 3 & 4) à quatre pieds de diſtance des mêmes paremens, eſpacés de trois pieds d'un centre à l'autre, ayant d'ailleurs les mêmes dimenſions que ceux du pourtour des piles, chacun chauſſé d'un ſabot à quatre branches du poids de vingt livres, enfoncés de maniere qu'ils affleurent le deſſus de la pénultieme aſſiſe. Ces pilots ayant été récépés, on pratiquera à leur tête des tenons pour recevoir un cours de chapeaux V (figures 5 & 6) de dix à douze pouces de groſſeur, obſervant que les pieces de ces chapeaux ſoient jointes enſemble par des entailles à queue d'hironde, liées avec des plate-bandes de fer, ayant des crochets au bout encaſtrés dans l'épaiſſeur du bois; on enfoncera intérieurement tout le long, un cours de palplanches X, X de douze pieds de longueur, & de quatre pouces d'épaiſſeur.

Pl. LVII.

Pour donner plus de force à ces crêches & empêcher leur écartement des piles & culées, il faudra de ſix en ſix pieds d'intervalle, les y lier avec des tirans de fer YZ de quinze lignes de groſſeur, leſquels ſeront coudés par le bout Y, pour embraſſer le chapeau en maniere de crochet; il faudra faire l'autre bout Z des mêmes tirans aſſez long pour pouvoir être ſcellé ſur les pierres de parement à l'aide d'un crochet, ou bien on y fera un œillet pour les retenir chacun avec une anchre.

Ces crêches étant achevées, on en nettoiera le fond juſqu'au-deſſous de la plate-forme du corps de la pile, après quoi on en remplira le vuide en bonne maçonnerie avec libage ou gros moëlon poſé en mortier de chaux & ciment juſqu'au-deſſous du chapeau. On couronnera cette maçonnerie par un parquet de bonnes *dales* bien taillées & dreſſées, chacune aſſez longue pour occuper la largeur de la crêche depuis le chapeau juſqu'à la pile; toutes ces dales ſeront bien coulées, fichées & jointoyées en mortier de chaux & ciment, obſervant qu'elles affleurent le deſſus du chapeau, & qu'elles ayent trois pouces de pente en partant de la pile.

Toutes ces choſes ayant été bien obſervées, on fera attention, en élevant les piles & culées, de laiſſer dans chaque aſſiſe, à diſ-

tance égale, cinq encorbellemens pour porter autant de fermes deſtinées à former les ceintres. Ces encorbellemens ſeront de la hauteur de trois aſſiſes; ſavoir, la premiere au-deſſus des baſſes eaux ſaillira de ſept pouces, la ſeconde de quatorze, & la troiſieme de vingt-un à vingt-deux. Au reſte, ces encorbellemens ſeront poſés pour la grande arche à une aſſiſe plus bas que ceux des arches d'à côté, dont on réglera la poſition relativement à la hauteur de la clef au-deſſus de la derniere retraite. On aura auſſi attention de poſer à la cinquieme aſſiſe au-deſſus des baſſes eaux, un rang de trois ou quatre arganeaux à chaque flanc des piles & culées, pour amarrer les bateaux. A quatre ou cinq pieds au-deſſus de ce premier, on en pourra mettre un ſecond & même un troiſieme, pour répondre aux différens accroiſſemens de l'eau; c'eſt pourquoi ils pouront ſe trouver appliqués aux voûtes.

On aura grande attention, quand on ſera parvenu à la hauteur de la naiſſance des arches, que les aſſiſes de parement pour les piles & culées ſoient taillées conformément à la courbe qu'on aura tracée pour les voûtes, obſervant que toutes les pierres des têtes qui feront partie des mêmes naiſſances, ſoient liées avec les avant & arriere becs.

1176. Ce ſeroit ici l'endroit de parler de la conſtruction des ceintres ſelon le diametre des arches, cette partie étant la plus critique de la conſtruction des ponts, quand les arches ſont d'une grandeur extraordinaire; mais comme des recherches ſur ce ſujet me meneroient trop loin, je me contenterai d'indiquer la belle diſſertation de M. Pitot, inſérée dans les mémoires de l'académie royale des ſciences de l'année 1726, où il donne pour modele le deſſein d'un ceintre dont Michel-Ange s'eſt ſervi fort heureuſement pour conſtruire la voûte de ſaint Pierre de Rome. M. Pitot l'a auſſi employé lui-même au nouveau pont adoſſé à celui *du Gard*, enſuite à la grande arche de vingt-deux toiſes de diametre du pont d'*Orneſon* & à celui *Dulac*, ſur le chemin de Carcaſſonne à Perpignan, après que ces deux dernieres eurent échoué par la faute de feu M. Carné, directeur des travaux publics. Il avoit fait les ceintres du premier trop foibles pour porter tout le poids de la voûte, qui tomba en ruine avant que la clef fût poſée, & entraîna la perte de onze ouvriers. A l'égard des ceintres du pont Dulac, ils furent emportés par les eaux d'une inondation qu'on auroit pu prévoir. Le ſûr moyen que M. Pitot trouva pour le rétabliſſement de la grande arche du pont d'Orneſon, fut non-ſeulement d'employer des ceintres,

Conſéquence de faire des ceintres aſſez forts pour la conſtruction des grandes arches. Exemple du pont d'Orneſon, qui a peri par cet endroit.

Pl. LVII. comme celui que je viens de citer, mais de les ſoutenir par une fauſſe pile fondée ſur pilotis au milieu de l'arche, ce qui lui a parfaitement réuſſi, ce pont étant ajourd'hui dans toute ſa perfection, de même que celui Dulac; mais ce qui lui a fait le plus d'honneur, c'eſt l'exécution du pont du Gard.

On ſait que cet ancien monument, conſtruit par les Romains ſous le regne d'Auguſte, n'eſt autre choſe qu'un aqueduc pour conduire les eaux de la fontaine d'*Hure* juſqu'à Niſme, & non pas un pont pour le paſſage du public : il eſt compoſé de trois files d'arches les unes ſur les autres entre deux montagnes, dans un vallon où coule la riviere du *Gardon*; la premiere file comprend ſix arches qui ont chacune dix toiſes d'ouverture, excepté la grande qui en a douze & trois pieds; la ſeconde file comprend onze arches d'une ouverture égale aux premieres, parce que le vallon va en s'élargiſſant par le haut; & la troiſieme file eſt compoſée de trente-ſix petites arches qui portent le canal où couloit l'eau anciennement.

Comme ce fameux monument n'étoit plus d'aucun uſage & qu'on ne l'a conſervé que par curioſité, on deſiroit depuis lontems un pont ſur la riviere du Gardon; le célebre Daviler, architecte à Paris, & pluſieurs autres habiles gens, avoient été conſultés autrefois par les états généraux de la province, dans le deſſein de faire exécuter un ouvrage auſſi utile; mais comme il falloit fonder pluſieurs piles ſur les pilotis, que la riviere du Gardon, qui eſt un torrent fort rapide, n'auroit pas manqué de dégravoyer, nul ne fut aſſez hardi pour l'entreprendre.

Conſtruction du nouveau pont du Gard, adoſſé à l'ancien. Difficultés qu'il a fallu vaincre pour cela.

1177. Les choſes en étoient reſtées-là juſqu'en 1740, lorſque M. Pitot, qui venoit d'être nommé directeur des travaux publics de cette province, chercha s'il n'y avoit pas un moyen de parvenir à la même fin. Après avoir mûrement examiné les lieux, & reconnu que les piles de l'ancien pont du Gard étoient fondées ſur le rocher, il penſa qu'il n'y avoit point d'autre parti à prendre que de lui adoſſer celui que l'on vouloit faire, pour profiter du même avantage; mais il ſe préſentoit pluſieurs difficultés. La premier, en ce qu'il ſe trouvoit dans le rocher des concavités très-profondes que l'on auroit bien de la peine à remplir ſolidement. La ſeconde, qu'il falloit faire les arches du nouveau pont de même grandeur que les premieres de l'ancien, ce qui paroiſſoit impraticable, parce que le rocher qui devoit porter une des piles de la grande arche, n'avoit pas aſſez de largeur dans un endroit où l'eau du Gardon a quarante pieds de pro-

fondeur. Cependant ces obſtacles n'ont point rebuté M. Pitot, il a trouvé le moyen de faire porter une des piles de cette grande arche par encorbellement ; mais il reſtoit encore une difficulté plus grande que les précédentes, le niveau des arches devant ſe trouver élevé de trente-ſix pieds au-deſſus de celui des eaux ordinaires, & le pavé du pont à ſoixante pieds au-deſſus du même niveau. Il falloit des ceintres aſſez ſolides pour ſoutenir le poids énorme des arches ; il eſt vrai qu'il s'en trouva cinq où ces ceintres pouvoient être ſoutenus par des fauſſes piles de maçonnerie ; mais l'on ne pouvoit point avoir le même avantage pour la grande arche, à cauſe de l'extrême rapidité du torrent : cependant M. Pitot en eſt venu à bout, en faiſant uniquement porter les ceintres ſur des impoſtes ou encorbellemens, de ſorte que cette arche a été formée heureuſement, ainſi que toutes les autres, ſans qu'il leur ſoit arrivé aucun affaiſſement ſenſible ; au lieu que dans de pareils ouvrages, il s'en fait ordinairement un de deux ou trois pouces. Il eſt vrai qu'il a employé des pierres dont la dureté tient du marbre, tirées d'une carriere près de là, qui eſt la même dont les Romains ſe ſont ſervis pour le pont du Gard.

Etabliſſement des ceintres pour former les arches. Suite du progrès de l'élévation d'un pont.

1178. Quand les arches ont moins de douze toiſes de diametre, on peut faire porter les ceintres ſur des impoſtes ou encorbellemens ; mais lorſque leur diametre eſt au-deſſus & que l'on peut faire des fauſſes piles de maçonnerie dans le milieu, il faut pour plus de ſûreté ne les pas négliger ; on peut même, ſi la profondeur de l'eau n'eſt pas trop grande, appuyer les ceintres ſur des pilotis, comme on a fait pour le pont de Compiegne, quoique la grande arche ne fût que de douze toiſes, & les deux d'à côté de onze. Pour cela on enfonce d'un encorbellement à l'autre oppoſé entre les flancs des piles & culées, un rang de cinq pilots, enſorte qu'ils répondent exactement ſous chacune des cinq fermes des ceintres : on poſe ſur chaque rang d'encorbellement un chapeau d'une longueur égale à la longueur du pont, collé contre le nud du parement, & l'on fait aux vingt-cinq pieux des tenons pour recevoir de ſemblables chapeaux paralleles & affleurés aux précédens, ſur leſquels on aſſeoit tranſverſalement les ſolles pour les ceintres.

D'autre part, pour ſoulager les encorbellemens, on place, ſi on le juge néceſſaire, ſous chaque bout des même ſolles, un poteau d'appui ajuſté avec tenons & mortoiſes, & après que toutes ces ſolles ſont bien de niveau, on y éleve les ceintres. On a attention, en taillant ces ceintres, de les tenir élevés de quatre ou cinq pouces plus qu'ils ne devroient être, ayant reconnu par expé-

rience que les arches baiſſoient ordinairement de cette quantité, par la compreſſion du mortier : on obſervera encore de tenir les courbes des mêmes ceintres plus baſſes que l'arête des voûtes, pour pouvoir mettre des calles ſous les couchis, afin de faciliter la ſuppreſſion des ceintres après que les voûtes ſont finies. On applique à ceux d'amont & d'aval une *cerche* qui marque exactement la courbure de l'arche, & ſur ces cerches on trace toutes les coupes des vouſſoirs ſuivant l'épaiſſeur de chaque *douelle*, pour en faciliter la poſée. On établit enſuite deux cours de planches de deux pouces d'épaiſſeur ſur les ceintres, pour former la voûte, après quoi l'on poſe les vouſſoirs des têtes que l'on cramponne avec les pierres voiſines, ce qui ſe pratique auſſi de cinq en cinq aſſiſes juſqu'à la clef.

Dès que les voûtes ſont aſſez élevées pour que les pierres des têtes ne puiſſent plus faire liaiſon avec les avant & arriere-becs, on emploie des prolongemens de vouſſoirs en continuation de coupe, qui ſe retournent de niveau pour s'accorder avec les aſſiſes des mêmes avant-becs.

On obſerve encore de ne point faire de croſſettes au même prolongement pour s'accorder avec les aſſiſes de niveau, étant ſujettes à s'écarter dans le taſſement.

On laiſſe dans la maçonnerie des reins & des voûtes ſur toute la longueur du pont, depuis le derriere d'une culée juſqu'à celui de l'autre, un vuide de deux toiſes de largeur & d'un pied de profondeur ſous l'emplacement du ruiſſeau que formera le pavé du pont, afin de remplir ce vuide de cailloux de vigne, ou de petits éclats de pierre dure, pour empêcher que les eaux qui couleront dans le même ruiſſeau, ne pénetrent les voûtes.

Les avant & arriere-becs ayant été chaperonnés, & les faces du pont élevées à la hauteur du cordon, avec une pente de trois pouces par toiſe, on établit les parapets, enſuite on poſe les bornes & le pavé, comme il a été dit dans l'article 1164.

Maniere de fonder les ponts de maçonnerie, lorſque leurs arches doivent ſervir d'écluſe pour faire gonfler les eaux, comme à celui de Sedan.

1179. Les ponts de maçonnerie pouvant ſervir d'écluſes propres à retenir les eaux d'une riviere, pour former les inondations deſtinées à la défenſe d'une place, comme nous en avons des exemples en pluſieurs endroits, il convient de montrer de quelle maniere il faut établir un pareil pont, en donnant pour modele celui de Sedan ſur la Meuſe. Ce pont de vingt-huit toiſes de long ſur quatre de large, eſt ſitué entre la gorge du réduit d'un ouvrage à corne qui le couvre & la porte de *Torſi*; il eſt compoſé de quatre arches en plein ceintre : la premiere adjacente au réduit eſt occupée par la roue d'une fou-

lerie ; & les trois autres, chacune de trente pieds de largeur, qu'on ferme quand on veut par des poutrelles, ſont autant d'écluſes pour faire gonfler la Meuſe, dont elles occupent le milieu de la largeur, parce qu'elle a encore un cinquieme paſſage du côté de la ville, couvert par un pont-levis. Comme il ſuffit de connoître ce qui appartient à une de ces trois arches pour juger des autres, nous en avons rapporté les développemens ſur la planche LVIII, dont voici l'explication relativement à la conſtruction générale.

Quoique le lit de la riviere, à l'endroit où l'on devoit établir ce pont, ſe ſoit trouvé de neuf ou dix pieds plus profond que vers les bords, on ne s'en eſt pas mis en peine. Pour faire une fondation contiguë ſur toute l'étendue de l'ouvrage, on a commencé, après avoir détourné cette riviere & fait les batardeaux néceſſaires, par enfoncer une quantité de pilots de différente longueur ſelon les endroits où ils devoient être battus, obſervant de les ferrer davantage ſous les piles que dans leur intervalle, qui ne devoit être chargé que du radier. On en a rempli le vuide par un maſſif de moëlonage battu à la maſſe, juſqu'à deux pieds au-deſſous de leur ſommet récépé de niveau; après cela on a établi deux aſſiſes de libage avec du gros mortier pour affleurer la tête de tout le pilotis; on a poſé enſuite quatre aſſiſes de bonne maçonnerie de briques en liaiſon avec mortier de chaux & de ciment, ſur laquelle on a fait un premier grillage de longrines AB & de traverſines CD (figures 1, 2 & 3), les premieres poſées au-deſſus de la tête des pilots, que l'on a ſupprimés ſur la planche, parce qu'ils auroient trop occupé de place. Après avoir rempli les compartimens de ce grillage de maçonnerie de briques bien arraſées, on a couvert le tout d'un plancher ſur lequel on a élevé un maſſif de trois pieds d'épaiſſeur en gros libage; enſuite on a poſé le ſecond grillage IGHK (figure 3) compoſé de longrines EF plus clair-ſemées que les précédentes, n'en ayant employé que deux ſous les flancs des piles EÆE, & une ſeulement dans le milieu de chaque arche, les unes & les autres ſervant à recevoir un ſecond rang de traverſines CH poſées directement au-deſſus des premieres. Les compartimens de ce grillage ayant été remplis de maçonnerie de brique en mortier de chaux & ciment, on a établi un plancher P de madriers à joints recouverts, comme dans l'article 1133, pour ſervir de radier; le tout encaiſſé par des files de palplanches N, enclavées entre la traverſine IK & une ventriere LM, comme aux écluſes ordinaires.

Pl. LVIII, fig. 1, 2 & 4.

Pl. LVIII. Les piles & les arches ayant été élevées à la hauteur convenable, on a continué d'élever auſſi les avant-becs juſqu'à leur cordon qui ſe trouve de ſix pieds au-deſſous de celui du parapet du pont, parce qu'au lieu de terminer le ſommet de ces avant-becs par un chaperon, on y a fait une plate-forme Y accompagnée d'un parapet Z, comme celui du pont. On a coupé ce dernier parapet vis-à-vis chaque avant-bec, pour un eſcalier X ſervant à deſcendre ſur leur plate-forme, afin de manœuvrer commodément les poutrelles dont les arches peuvent être fermées comme on en va juger.

Etabliſſement de la charpente pour fermer les arches du même pont avec des poutrelles. Fig. 1, 2 & 4. 1180. Sur les bords des plate-formes de deux avant-becs, comme Y, on a poſé une poutre T appliquée contre la face de de chaque arche, ſerrée à ſes extrêmités par deux poteaux *AB*, enclavés par moitié de leur épaiſſeur dans les flancs des piles; cette poutre ſert d'appui à un troiſieme poteau R plus fort que les précédens, élevé au milieu de la largeur de l'arche ſur une ſabliere Q encaſtrée avec les traverſines, ſervant auſſi de ſemelle aux liens ou contrefiches O, pour arcbouter ce poteau contre la pouſſée de l'eau. Au ſurplus, le ſommet du même poteau eſt coëffé d'un œillet de fer à quatre branches pour s'ajuſter avec un tirant S, paſſant à travers la clef de cette arche & retenu derriere, comme le deſſein le montre.

On obſervera que ce poteau a deux feuillures dans la face d'amont, leſquelles affleurent celles que forme la ſaillie des deux autres poteaux *AB*, pour appuyer les extrêmités des poutrelles V; on les place les unes ſur les autres (article 917) moyennant les deux pattes Æ, dont chacune eſt armée; pour cela la poutre T a ſur la face extérieure deux taſſeaux *AD* à droite & à gauche du poteau R, ſervant à porter deux planches affleurées avec la poutre T pour ſervir de pont; par ce moyen les écluſiers ont la facilité de paſſer d'une plate-forme à l'autre des avant-becs, & de faire leur manœuvre. Si on examine bien le rapport qu'ont entr'elles les lettres ſemblables dont les figures ſont accompagnées, elles ne laiſſeront rien à deſirer pour la parfaite intelligence de ce pont.

On voit que quand les arches d'un pont ne ſont point d'une largeur extraordinaire, on peut à l'aide des poutrelles faire gonfler les eaux d'une riviere, & rendre navigable, dans le tems des ſéchereſſes, un trajet qui ne le ſeroit pas, par conſéquent favoriſer la ville répondant à ce pont, ou au moins arroſer des prairies ſi la riviere en étoit bordée, comme cela arrive le plus ſouvent.

CHAPITRE

CHAPITRE XII.

Des moyens de fonder dans l'eau, sur pilotis, les ponts & autres ouvrages, sans être obligé de faire des batardeaux, ni des épuisemens.

LORSQUE le terrein est assez solide pour n'avoir pas besoin d'être piloté, on peut quelquefois épargner les batardeaux & les épuisemens, en se servant de grands caissons, comme M. Labelye l'a pratiqué au pont de Westminster, commencé en 1738 (art. 862); mais si le fond est douteux, ou qu'il puisse être dégradé, ce moyen ne peut plus convenir.

Les pilots que l'on bat sur l'étendue des fondemens dont le terrein n'est pas assez ferme, en assûrent pour lors la solidité; mais comme leur conservation exige qu'ils soient couverts des plus basses eaux, ainsi que les plate-formes qu'on pose ordinairement dessus, on se trouve obligé de faire des batardeaux & des épuisemens. Pl. LX.

Indépendamment de la grande dépense qu'exigent communément la construction des batardeaux & les épuisemens, il y a de la difficulté de trouver quelquefois les bois convenables & un fond propre à asseoir la glaise de façon à pouvoir empêcher les grandes transpirations; ce qui joint au rétréciſſement inévitable du lit des rivieres, aux crues d'eau, & autres incidents qu'on ne peut prévoir, fait quelquefois perdre tout le fruit du travail d'une campagne : il faut faire de nouvelles tentatives l'année suivante, dont le succès, s'il n'est encore incertain, est toujours au moins fort dispendieux, & retarde beaucoup l'ouvrage.

On voit dès lors tout l'avantage que l'on tireroit d'une méthode qui, en procurant la facilité d'établir les fondations avec la même solidité sur des pilots battus au refus du mouton, & couverts des plus basses eaux, pourroit épargner la dépense & les inconvéniens dont on vient de parler, sans en substituer d'autres qui pussent leur être comparés; c'est là le but qu'on se propose dans ce chapitre, dans lequel on va appliquer cette méthode à la construction de la pile d'un pont.

1181. Un assemblage en forme de grillage A (figure 1), sans *Emplacement*

Du grillage dont il faut se servir pour l'établissement de cette fondation. Pl. LX.

néanmoins faire les fonctions auxquelles on l'emploie ordinairement, sur lequel on pose un bâtis aussi de charpente B, (figure 2) posé verticalement tout au pourtour, & transversalement en quatre endroits sur sa largeur, forme la premiere & principale piece qui doit servir au projet.

La construction & les assemblages de cette piece sont faits d'une façon convenable à sa destination, & les angles du dessus de chaque piece de grille en sont un peu arrondis.

On met cet assemblage à flot avec les précautions convenables, on le conduit au lieu où doit être construite la pile, dans une enceinte rectangulaire de pieux C (figures 1 & 2) qu'on a premiérement battus, à 10 ou 12 pieds de distance seulement sur leur longueur, & à 9 pieds de l'alignement qui doit désigner le parement de la pile, au bout de laquelle enceinte est une seconde file de plus petits pieux D, pour soutenir un vanage qui doit recevoir & détourner de cette enceinte le choc du courant de l'eau.

Après avoir fait descendre ce grillage exactement de niveau à la profondeur où l'on souhaite qu'il demeure sous les plus basses eaux, il y est arrêté solidement au moyen des entretoises XY, (figures 1 & 2) posées & arrêtées sur des liernes (fig. 2) placées un peu au-dessus des basses eaux au pourtour extérieur, & contre les pilots de l'enceinte du grillage; les entretoises doivent être posées & boulonnées contre chaque traverse du bâtis de charpente B qui sera posé sur le grillage.

Un peu au-dessus de la lierne précédente & au côté intérieur des mêmes pilots de l'enceinte du grillage, il sera posé une seconde lierne GH (figures 2 & 4) qui portera les échaffauds qui doivent servir principalement à battre & à récéper les pilots. On chasse quelques pilots dans les cases du pourtour & du milieu du grillage pour mieux l'assujettir, & l'on bat de fortes palplanches à onglet tout au pourtour du grillage dans la double couliſſe qui y est pratiquée.

Maniere de remplir de terre glaise, ou de mortier de cailloutage, les cases de ce grillage.

1182. On introduit ensuite de la glaise ferme & bien corroyée dans les cases du grillage, au moyen d'une espece d'entonnoir M (figures 2 & 3) jusqu'à ce que l'espace du dessous en soit bien rempli: on peut même y mêler des cailloux de vignes ou de petits moëlons durs pour donner plus de consistance à cette terre; le grillage a pour lors une assiette qui l'assujettit encore mieux, indépendamment de ce qu'il est déja solidement fixé, comme on l'a dit ci-devant.

On acheve enſuite de placer un pilot dans chaque caſe du grillage alternativement d'un angle à l'autre, & battu au refus du mouton ; on peut même les pouſſer ſous l'eau avec un chaſſe-pieu, autant qu'ils pourront entrer & juſques près le grillage; ces pilots acheveront de comprimer la glaiſe, & de remplir les vuides qui peuvent ſe trouver dans toute l'étendue du deſſous du grillage, juſques aux fortes palplanches qui doivent en former l'enceinte. Cette terre ne ſert qu'à entretenir les pilots entr'eux, & n'eſt deſtinée à porter aucun fardeau, les pilots ſeuls doivent en faire la fonction ; le grillage ſert auſſi à empêcher l'écart de leur tête, que la charge de la maçonnerie aſſujettit encore, ce qui tiendra lieu de chapeaux & des racineaux qui ſervent au même uſage, ainſi que les plate-formes de charpente en partie. Pl. LX.

On pourroit encore ſubſtituer à la glaiſe du mortier de chaux vive & de gros gravier, mêlé de petits cailloux de vigne ; on introduiroit le tout dans chaque caſe avec les entonnoirs dont on a parlé, & lorſqu'elles ſeroient garnies des pilots, il conviendroit pour lors de commencer leur battage par le milieu de la pile, & de finir par les palplanches, pour ne pas trop reſſerrer le terrein. On en élevera enſuite les pieces qui ſervoient à contenir le grillage de niveau & dans ſa place, leſquelles deviennent inutiles, ainſi que les traverſes du bâtis de charpente qui ſert au même uſage ; on pourra ſeulement le retenir contre les baſſes liernes F (figure 2) avec des étréſillons en contre-fiche & en gueule de loup haut & bas, leſquels ſeront poſés à meſure que l'on récépera les pilots.

Maniere de récéper les pilots au fond de l'eau.

1183. Le battage des pilots étant avancé, on peut auſſi commencer par le côté d'aval à les récéper avec la ſcie, en forme de priſme triangulaire (fig. 1, 7, 8 & 9) qu'on a compoſée pour cet uſage, à laquelle on peut appliquer juſqu'au nombre de vingt-huit hommes, quoique l'on ait lieu de croire qu'une moindre quantité doive y ſuffire ; ces hommes ſeroient placés ſur un échafaud ambulant, qui porteroit ſur les liernes du deſſus des baſſes eaux dont on a parlé ci-devant. La fonction de cette ſcie eſt de couper les pilots de chaque rang, les palplanches & les poteaux du bâtis du grillage ſucceſſivement, & le tout préciſément de niveau à l'affleurement du deſſus du grillage ſur lequel la lame K (figure 1) qui peſera environ deux cens cinquante livres, doit porter & gliſſer ſur le plat ; elle pourra avoir

Pl. LX. quatre pouces de largeur, ſept lignes d'épaiſſeur ſur le devant, réduite à quatre ou cinq lignes au derriere.

En même tems que les hommes ſont occupés à pouſſer & tirer la ſcie dans le ſens perpendiculaire aux flancs des piles, étant appliqués aux bras qui ſont à ſon ſommet L (figures 7 & 8), les bouts de la lame ſont tirés parallelement aux mêmes flancs par des poids ſuſpendus à l'extrêmité des cordes K (figure 1) qui vont paſſer ſur des poulies que l'on doit attacher à la tête de l'enceinte de charpente du pourtour de la pile. Pour faciliter ce ſciage, on pourra tirer la tête du rang des pilots contre lequel la ſcie agira, au moyen des cordages que l'on attachera d'un bout, & de l'autre ſur un treuil qui ſeroit placé à la tête de l'enceinte de charpente dont on vient de parler. Avant que de démonter & de ſcier les bâtis du deſſus du grillage, on s'en ſervira à repairer exactement contre les chapeaux & les liernes des pieux de garde du pourtour de la pile, le bord extérieur du grillage, pour en déterminer les alignemens du parement de la premiere aſſiſe.

Comment on peut élever ſur ce grillage la maçonnerie par aſſiſe reglée.

1184. Les pilots étant récépés de niveau & auſſi bas qu'on aura jugé à propos de poſer le grillage ſous les baſſes eaux, on pourra conſtruire la maçonnerie juſqu'au-deſſus des eaux ordinaires de l'été, avec de grands caiſſons faits à-peu-près comme ceux dont on s'eſt ſervi au pont de Weſtminſter, & le ſurplus ſera achevé en ſuivant l'uſage ordinaire. On pourroit auſſi ſubſtituer aux caiſſons une autre conſtruction que l'on va propoſer, & qui ſeroit fort ſolide.

Le grillage étant placé à deux pieds ſeulement ſous les plus baſſes eaux connues, on peut ſuppoſer qu'il ſe trouvera encore à environ quatre pieds ſous les baſſes eaux ordinaires de l'été, qu'on évalue à deux pieds de plus, & pendant leſquelles la premiere aſſiſe dont on va parler pourra être poſée.

Au pourtour du grillage & ſur les deux premiers rangs de pilots, lorſqu'ils auront été récépés de niveau, on placera une plate-forme de charpente (fig 6) poſée par parties d'environ 10 à 12 pieds de longueur, & rivées jointivement ſur des plate-bandes de fer qui ſeroient encaſtrées de leur épaiſſeur dans le deſſous de ces plate-formes; les plate-bandes ſeront recourbées par leur bout O (figure 6) pour embraſſer la lierne (figures 4 & 5) du devant des palplanches.

La premiere aſſiſe du pourtour de la pile, que l'on poſera ſur la plate-forme de charpente, ſera faite en carreaux & bou-

tiſſes (fig. 5), chacun compoſé de trois ou quatre quartiers égaux, poſés l'un ſur l'autre & bien réunis, pour former environ quatre pieds & demi de hauteur, de ſorte que le deſſus puiſſe excéder un peu les baſſes eaux ordinaires, & la réunion de ces pierres ſera faite avec un chaſſis de fer ambulant P (fig. 4). On coulera, fichera, & jointoyera ces pierres ainſi réunies ſur un échaffaud ſupérieur Q (fig. 4) près l'endroit où elles devront être poſées, après y avoir mis des cales de fer portant un anneau pour faciliter de les retirer enſuite, afin de preſſer le mortier. C'eſt à quoi l'on parviendra encore mieux en ſerrant les pierres enſemble autant qu'on le voudra avec des coins de bois que l'on chaſſera ſous les traverſes ſupérieures du chaſſis de fer P (fig. 1). Pl. LX.

Ces pierres ainſi réunies, étant ſuppoſées de la qualité de celle d'Arcueil, peſeront environ cinq mille ſix cens livres dans l'air, & à-peu-près moitié de ce poids dans l'eau; on les deſcendra ſans beaucoup de difficulté de deſſus l'échaffaud ſupérieur avec des chevres couplées R (figure 4), dont les treuils ſeront rendus dormans ou mobiles ſuivant le beſoin, les premiers étant fort commodes pour deſcendre les plus grands fardeaux avec peu de monde. Ces pierres ſeront ainſi deſcendues & amenées à leur place, en alignant leur parement aux repaires dont on vient de parler; ce qui peut ſe faire ſans aucun choc ni ébranlement bien ſenſible pour cette maſſe; après quoi on dévêtira le chaſſis de fer pour ſervir ſucceſſivement aux autres carreaux & boutiſſes que l'on placera ainſi de ſuite tout au pourtour de la pile.

Les boutiſſes ſeront démaigries d'un pouce à chaque joint montant, & à l'endroit où ſe terminera le derriere des carreaux, on obſervera un renflement égal aux carreaux, pour que ces pierres puiſſent ſe retenir mutuellement: au moyen de quoi on ne cramponnera que celles des épaulemens & de la pointe des avant & des arriere-becs, qui ſont les ſeules qui pourroient ſe dévêtir (fig. 8).

On pourra auſſi mettre des goujons de fer (figure 8) entre les autres pierres, dans les entailles qui auront été faites pour poſer les chaſſis de fer; ils ſeront ſeulement un peu frappés pour entrer d'environ un pouce dans la plate-forme de charpente, & on les ſera aſſez longs pour qu'ils puiſſent déborder de quelques pouces le deſſus de l'aſſiſe T (figure 4).

En appliquant des regles étoupées pour maſquer les joints montans du devant & du derriere de ces pierres, on les cou-

ſera & ſichera avec du mortier fin qui garnira auſſi le vuide du lit de deſſous. L'intervalle d'entre cette premiere aſſiſe & juſqu'à ſon affleurement ſupérieur, depuis le deſſus des plate-formes de charpente, ſera rempli premiérement d'une aſſiſe de libage, enſuite de moëlons & mortier de chaux vive, & terminé d'une ſeconde aſſiſe de libage qui affleurera à-peu-près le deſſus de l'aſſiſe de pierre de taille du pourtour extérieur. La maçonnerie étant une fois arraſée au-deſſus des eaux baſſes, le reſte pourra être achevé de la maniere qu'on le pratique ordinairement.

La profondeur à laquelle on jugera à propos de faire deſcendre le grillage ſous l'eau étant fixée, ſoit à quatre pieds ſous les baſſes eaux ordinaires, ou environ à deux pieds ſous les plus baſſes eaux, ſoit plus profondément, au moyen des caiſſons de M. Labelye, comme on vient de l'expliquer, il pourra arriver qu'il y ait encore aſſez de profondeur juſqu'au fond de la riviere pour faire craindre que les palplanches & les pilots ne fuſſent uſés & détruits par le frottement continuel de l'eau & du gravier; pour lors il faudra prolonger le grillage d'une double file de pilots quarrés aux avant-becs, & juſqu'à environ ſix pieds en retour le long des faces des piles & culées, leſquels pilots doivent être battus en place des palplanches, jointivement à onglets & en recouvrement des joints.

Si l'on fait attention qu'un pilot expoſé à un courant de trois ou quatre pieds de vîteſſe par ſeconde, ne perd qu'environ un pouce de ſon diametre en trente ans, ce qui fait demi pouce lorſque l'eau ne coule que ſur un côté, on trouvera que les deux rangs de pilots de contregarde pourront durer bien des ſiecles, & que lors même qu'ils ſe trouveront uſés, il reſtera encore tous les pilots du deſſous des avant-becs à détruire, avant que le corps du pont puiſſe en ſouffrir.

Les palplanches du reſte du pourtour des piles & du devant des culées & murs en ailes, ne ſont expoſées qu'à un frottement latéral qui ne peut guere leur faire de tort; cependant il conviendra de leur donner huit à 9 pouces d'épaiſſeur: on ſera pour lors aſſuré que la conſtruction aura toute la ſolidité convenable, les bois qui ſont ſous l'eau étant, comme l'on ſait, plus durables que la meilleure maçonnerie.

On pourra appliquer les conſtructions propoſées aux culées, aux quais, & aux autres murs, en y faiſant les changemens & modifications convenables, ſuivant les circonſtances. Pour les quais, par exemple, il faudra faire les grillages en pluſieurs parties que l'on réunira en liaiſon à la ſurface de l'eau, ou bien les

faire descendre successivement à la même profondeur sous l'eau.

Ce chapitre, que je tiens de M. Peronnet, & que j'ai rapporté littéralement, répond à l'article 875, sur la maniere de fonder sans batardeau; à quoi je vais ajouter la description qu'il a faite d'une machine de son invention, pour épuiser à la tâche les eaux d'une fondation.

Description d'une nouvelle machine adaptée aux chapelets, pour faire à la tâche des épuisemens avec économie & célérité, accompagnée de l'extrait d'une lettre à ce sujet.

1185. L'*odometre* que l'on propose est renfermé dans une boëte de fer battu de deux lignes d'épaisseur: elle aura cinq pouces & demi de long, & cinq pouces de large hors œuvre, sur dix pouces de hauteur.

On doit y placer trois roues de fer ou de cuivre, de quatre pouces de diametre, & de trois lignes d'épaisseur; celle d'en bas aura vingt dents, & sera mue par une spirale ou vis sans fin que portera la manivelle. La seconde roue aura vingt-cinq dents, & sera mue par une pareille vis que portera la premiere; cette seconde roue sera accompagnée d'un pignon à cinq ailes qui engraineront dans la troisieme roue que l'on divisera en quarante dents: l'aiguille, qui sera placée sur l'axe de cette roue, marquera par sa révolution quatre mille tours de manivelle sur le cadran qui est au-dessous, & sur lequel ils seront divisés par centaines; chacune de ces divisions est d'une grandeur suffisante pour y reconnoître les demi-cent & même les quarts, ce qui suffit. Il faudra que l'aiguille puisse se retirer pour la mettre à zero au commencement de chaque relais, & lorsqu'elle aura été replacée, la serrer contre l'axe avec une vis & un écrou qui seront faits au côté opposé de cette aiguille; on fermera le devant de la boîte d'une porte de pareil fer battu, à laquelle on mettra un cadenat.

On placera cette boîte sur l'un des supports de la manivelle, lesquels ont communément cinq pouces de grosseur. Pour cet effet on coupera l'une des branches en fourche du haut de ces supports à la hauteur du milieu de la manivelle, on encastrera l'ancien support de fer dans le bois, la boîte sera retenue contre le montant qui restera avec deux vis & écrous placés dans l'intérieur du même côté opposé, & à trois pieds un quart sous la boîte; elle sera aussi retenue avec un boulon qui passera dans deux branches de fer qui la tiendra; on les encastrera dans le bois, le même boulon passera dans une boîte de fer qui embrassera le support.

Au surplus, on assujettira la manivelle de maniere qu'elle ne prenne que l'engrainement convenable, sans pouvoir choquer ni endommager les roues.

Le prix du cent de tours de manivelle ſera fixé ſur ce que les ouvriers doivent gagner en travaillant raiſonnablement ſans trop ſe fatiguer. Par exemple, on ſait que quatre hommes peuvent faire communément trente tours de manivelle par minute, étant appliqués pendant deux heures de ſuite à une manivelle de ſeize pouces de coude, dont le hériſſon a huit pouces de rayon, juſqu'au milieu de la chaîne, la pompe ayant douze pieds de hauteur, & cinq pouces de diametre, ce qui donne 3600 tours pour deux heures, & 14400 tours pour 8 heures, qu'ils peuvent travailler en 24. Si l'on veut que les ouvriers gagnent 24 ſols par jour, ou 6 ſols par relais, il faudra payer chacun à raiſon de deux deniers du cent de tours. C'eſt pour lors que l'on verra naître l'émulation, & l'on ſera peut-être obligé de retenir les plus intéreſſés, & de fixer un terme qu'ils ne pourront paſſer, afin qu'ils ne ſe fatiguent pas trop. S'il arrivoit que pendant le relais on eût fait plus de 4000 tours de manivelle, l'aiguille recommenceroit le cadran, & l'on pourroit tenir compte de cet excédent. On aura attention de placer l'odometre du côté convenable, pour que l'aiguille marche du ſens naturel. Au reſte, on jugera du bon effet de cette machine par l'extrait que voici d'une lettre écrite de Saumur, du 2 octobre 1752, à M. Peronnet, par M. *Voglier*, ingénieur des ponts & chauſſées de ce département, chargé en chef du pont de pierre que l'on y fait actuellement.

J'ai fait exécuter l'odometre avec la préciſion poſſible, & il s'eſt trouvé en tout conforme au détail que vous m'en avez fait. Je juge par la façon dont j'ai vu travailler les ouvriers dans les expériences que j'en ai faites pour régler, comme il faut, le prix des tâches & leur donner quelque émulation, que ce ſeroit trop exiger pour un travail bien ſoutenu que trente tours par minute, avec des chapelets tels que les nôtres, qui ont 20 pieds de hauteur depuis le tourillon du ſabot juſqu'au-deſſus de la gargouille; que l'on ne doit en ce cas compter que vingt cinq tours par minute, quinze cens par heure, & trois mille en deux heures; d'autant plus que j'ai remarqué que dans toutes les expériences le chapelet n'a éprouvé aucun faux engrainement. Je crois donc que le plus fort travail étant conſidéré comme trois mille ſix cens par relais, il faudroit que chaque cent de *marons* valût deux deniers un quart, ce qui fait 27 ſols par jour; & comme il y en a qui pouſſent juſqu'à quatre mille, la journée ſeroit pour lors de 29 ſols trois deniers; c'eſt ſur ce pied que j'ai réglé les premiers relais. Je préſume avec fondement que l'établiſſement de cette machine doit opérer un tiers de diminution ſur la dépenſe, & un avantage non moins ſenſible ſur l'emploi total du tems, conſéquemment ſur la viteſſe des épuiſemens; il eſt dès lors aiſé de concevoir de quelle utilité cela doit être pour le ſervice du roi.

CHAPITRE

CHAPITRE XIII.

De la maniere de deſſécher les cantons aquatiques, & de les mettre en état d'être cultivés.

IL y a peu de ſujets qui méritent mieux d'être traités à fond que celui-ci, & c'eſt bien malgré moi ſi je me trouve contraint de me borner à ce qu'on en peut dire de plus eſſentiel, de crainte de trop groſſir ce dernier volume, & auſſi pour ſatisfaire à l'extrême impatience que le public marque de le voir paroître, n'étant pas le maître d'en reculer plus long-tems la publication.

1186. On améliore un terrein aquatique en deux manieres, ou par voye de deſſéchement, ou par *accoulin*. Dans le premier cas on tâche de faire prendre aux eaux un cours réglé, moyennant des rigoles & canaux qui ſuivent des pentes plus baſſes que ne ſont les endroits les plus profonds du terrein qu'on veut mettre à ſec, & qu'on fait aboutir à un terme où ils ne peuvent porter de préjudice, ou en retenant les eaux dans leur propre lit, pour empêcher qu'elles ne ſe répandent dans la campagne comme auparavant; ce qui ſe fait le plus ſouvent en fortifiant par de fortes digues les bords du lit dans lequel les eaux ont leur cours ordinaire, & ſi cela ne ſuffit pas on leur preſcrit une autre route.

Avantage des plaines qui ont des foſſés d'écoulement, & comment on peut deſſécher les cantons aquatiques.

Les plaines ont ordinairement une pente ſi inſenſible, & leur ſurface eſt ſi inégale que les eaux de pluies ne manqueroint pas de cauſer leur dépériſſement, ſi au lieu d'y ſéjourner, elles ne venoient ſe rendre dans des foſſés creuſés exprès pour les recevoir; c'eſt ce qui fait la différence d'un pays cultivé à un autre qu'on néglige. Si de-là ces eaux viennent ſe réunir dans des lieux bas entourés de hauteurs qui empêchent qu'elles ne puiſſent s'évacuer, ou qu'il s'y rencontre des ſources, elles y formeront néceſſairement des marais, à moins qu'on ne leur faſſe des canaux pour les conduire dans le fleuve le plus prochain, ou à la mer ſi l'on en eſt à portée; mais il faut que le fond de l'endroit d'où elles partiront pour s'y rendre, ſoit plus élevé que le niveau de leur lit, & qu'il n'y ait point de montagnes interme-

diaires offrant un trop grand obſtacle. Comme il ſe préſente beaucoup d'autres difficultés de les conduire à leur terme, nous commencerons par conſidérer celles qui viennent de la part des fleuves, après quoi nous paſſerons à celles que la mer peut leur oppoſer.

Lorſque les eaux d'un canal de décharge peuvent être rendues ſupérieures au niveau des plus grandes crues du fleuve où elles doivent entrer, rien ne s'oppoſant à leur libre écoulement, on ſera aſſuré du ſuccès de l'entrepriſe. Si au contraire dans les tems des grandes crues le fleuve s'éleve plus que le niveau de celles qui doivent s'y rendre, ce qui ne manquera point d'arriver quand ſes bords ſeront digués, le canal pourroit alors devenir plus nuiſible qu'avantageux, en fourniſſant au même fleuve un débouché pour inonder le pays voiſin.

Quand un canal d'écoulement aboutit à une riviere ſujette à groſſir, il faut en ſoutenir les eaux par une écluſe qui l'empêche de ſe répandre dans le pays.

1187. Cependant comme il y a des cas où cette diſpoſition eſt inévitable, le ſeul moyen d'y remédier eſt de faire une écluſe à l'embouchure du canal, pour ſoutenir les eaux du fleuve quand elles ſont plus élevées que celles d'écoulement, que l'on ouvrira dès que ces premieres ſeront devenues plus baſſes; mais comme les eaux du canal s'accroîtront de leur côté, quand de part & d'autre elles proviendront des pluies abondantes, il faut que ce canal ſoit aſſez large, & ſes bords digués de façon qu'il puiſſe contenir pendant la grande crue du fleuve toutes les eaux que les foſſés ou rigoles recevront, juſqu'au tems où leur niveau aura acquis la ſupériorité qu'il leur faut pour s'épancher.

Mais ſi elles s'amaſſoient en ſi grande quantité qu'il y eût à craindre qu'elles ſurmontaſſent les bords du canal pour inonder les cantons voiſins, il faudroit y faire un déchargeoir, répondant à un rigole le long du bord de la riviere, en la deſcendant aſſez bas pour y faire une rentrée: ce qui ſe pourra peut-être ſi elle a beaucoup de pente, & qu'on en donne peu au lit de cette rigole, qu'il faudra ſoutenir aſſez élevée pour que ſes eaux gagnent la hauteur qu'il leur faut, pour ſe joindre à celles du fleuve.

Comme il n'eſt pas néceſſaire que la même rigole côtoye le fleuve, on peut la faire partout ailleurs où le terrein offrira aſſez de ſupériorité pour répondre au deſſein que l'on a; car ce n'eſt guere que ſur le lieu, après avoir bien examiné les reſſources qu'il peut offrir, que l'on découvre des moyens que l'imagination ſeule n'enfante point; c'eſt pourquoi je paſſe ſous ſilence tous ceux qu'elle peut offrir. Je me contenterai ſeulement d'ajouter

qu'on ſera peut-être obligé de faire des aqueducs-ponts, pour conduire les eaux d'écoulement à leur terme, ſi elles ſont dans le cas de traverſer un vallon qui n'a point d'écoulement, ou de percer une montagne qui n'auroit qu'une épaiſſeur médiocre.

Au ſurplus on doit faire une ſinguliere attention à bien placer les ecluſes dont nous venons de parler: il faut les ſituer aſſez diſtantes du fleuve pour qu'il n'en puiſſe point dégrader le radier, & cependant ne point trop les éloigner du bord, de crainte qu'il ne ſe faſſe des rapports de ſable qui combleroit en peu de tems la jonction; en un mot il faut faire enſorte que l'embouchure de ce canal réponde ſi bien à la direction du courant de ce fleuve, qu'il ne s'y forme point de tourbillon ou d'attériſſement contraire à la navigation, ni au libre écoulement des eaux de la campagne.

Souvent les moulins qui ſont ſur les petites rivieres, portent un grand dommage aux prairies qui leur répondent.

1188. Une des principales cauſes qui donnent lieu à rendre marécageux un bon terrein, vient ſouvent des moulins ſitués ſur des petites rivieres, comme il y en a un grand nombre d'exemples: entr'autres les marais qu'on voit depuis la ville de Laon en Picardie, juſqu'au bourg de Manicamp, qui comprennent environ neuf lieues d'étendue dans un pays abondant en bon vignoble, grain, bois, légumes, &c. mais qui n'a point de fourrage à proportion des autres denrées. Cela vient de ce que les petites rivieres d'*Ardon* & de *Lette*, coulant dans un vallon qui étoit autrefois en bonne culture, l'ont rendu marécageux par le débordement de leurs eaux & la négligence des gens du pays, principalement des meûniers qui ont laiſſé élever le lit de ces rivieres ſans les nettoyer, ni fournir d'écoulement aux eaux qui s'amaſſoient ailleurs dans les ſaiſons pluvieuſes; cependant le terrein a plus de pente qu'il n'en faut pour les conduire dans la riviere d'*Oiſe* qu'elles viendroient rencontrer près de Manicamp.

Le ſeul moyen de deſſécher ce pays, ou tout autre qui ſe trouvera à peu près dans le même cas, eſt, 1°. de baiſſer les eaux de la riviere, en approfondiſſant ſon lit auquel on donnera plus de largeur. 2°. De baiſſer auſſi le ſeuil & le radier des écluſes de tous les moulins. 3°. De faire des contrefoſſés le long du pied de côteaux adjacens au marais, pour en recevoir les eaux de pluie & les conduire juſqu'à la riviere d'*Oiſe*. 4°. De creuſer tout le long du milieu un canal, où viendront aboutir à droite & à gauche autant de rigoles tranſverſales que l'on jugera à propos d'en faire pour raſſembler les eaux de ſource & autres; alors toutes ces ſaignées ayant été faites convenablement à la

ſituation des lieux, il n'y a point de doute qu'ayant de la pente le deſſéchement général ne s'enſuive peu après.

Il faut avoir attention d'éloigner des bords des canaux & rigoles les terres provenant de leur excavation, en y ménageant une berme, afin que les pluies ne les rapportent point; de même, s'il eſt néceſſaire d'y élever des digues, il faudra en régler le talud du côté des conduits de maniere qu'elles ne puiſſent jamais s'y ébouler, & avoir pareille attention lorſqu'on les nétoyera. Cela eſt ſi naturel que je me ſerois diſpenſé d'en parler, ſi je ne m'étois apperçu qu'on n'y avoit point eu égard aux canaux d'écoulement qu'on a fait pour deſſécher les territoires de Taraſcon & d'Arles en Provence.

Comme les marais ſont ordinairement remplis de roſeaux & leur gaſon de mauvaiſes racines, il convient, après le deſſéchement, de peler tout ce terrein ſur la profondeur d'un fer de louchet, c'eſt-à-dire juſqu'à la bonne terre, de faire ſécher & brûler enſuite tout ce tiſſu, & d'en ramaſſer la cendre qu'on répandra ſur la ſuperficie du terrein deſſéché, après l'avoir bien labouré; ces cendres échauffent la terre de façon à la faire changer de nature, & la rendent d'un excellent produit, tant pour le labourage que pour en faire de bonnes prairies.

Attention qu'il convient d'avoir quand les canaux d'écoulement vont ſe décharger dans la mer.

1189. Les canaux d'écoulement qui ont leur embouchure à la mer, demandent encore plus de ſujettion que ceux qui vont ſe décharger dans un fleuve, pour les préſerver des dommages que le flux & reflux peuvent leur cauſer, auſſi-bien que les bouraſques qui ſurviennent. Nous avons parlé (article 2) des dunes qui lui ſervent de digues en bien des endroits, indépendamment de celles qu'on éleve pour empêcher qu'elle ne ſe répande dans le pays. Comme il faut y faire des coupures pour la décharge des eaux douces, on ſent la néceſſité d'y avoir de bonnes écluſes qui ſe ferment d'elles-mêmes dans le tems de la haute mer, & s'ouvrent quand elle eſt baſſe, afin de donner lieu aux écoulemens; c'eſt pourquoi on fera bien de relire les articles 574 & 575, où nous avons expliqué ces ſortes d'écluſes; on en a fait un ſi bon uſage en Hollande, qu'on eſt parvenu à deſſécher des pays tout entiers, qui ſont aujourd'hui les plus riches provinces de cette laborieuſe république. Comme ce n'eſt guere que par l'imitation de ce qui a été exécuté de mieux qu'on opere ſûrement, je conſeille à ceux qui feront de grandes entrepriſes de la nature de celles dont nous parlons, d'aller s'inſtruire ſur les lieux même, où ils apprendront une infinité

de circonſtances que je rapporterois à peine dans un ample volume. En effet, que de choſes à dire ſur le choix des endroits propres aux embouchures des canaux d'écoulement, pour n'être point enſablés par la mer, & pour éviter que les écluſes ne ſoient détruites par ſon impétuoſité! Il faut, autant qu'il eſt poſſible, que l'embouchure de ces canaux réponde à des ports ou à de ſimples havres qui les mettent à l'abri d'un gros tems; alors on pourra peut-être tourner les eaux douces à l'avantage de ces ports, pour les curer par le moyen des écluſes de chaſſe; mais à quelques endroits que ſoient ces embouchures, il faut faire enſorte qu'elles ayent le plus de profondeur d'eau qu'il eſt poſſible, afin que s'échappant avec violence, elles entraînent tout ce que la mer y apportera, & qu'elles ſe creuſent elles-mêmes une ſortie; c'eſt pourquoi on ſera peut-être obligé d'en ſoutenir la hauteur avec des jettées.

Quand on entreprend de deſſécher une grande étendue de pays, il faut voir ſi le canal principal qui recevra les eaux de toutes les rigoles qui viendront y aboutir, ne pourra point être tourné à l'uſage de la navigation, & agir en conſéquence pour ſon exécution. C'eſt la propriété qu'ont preſque tous les canaux d'écoulement qu'on voit en Hollande, qui ſont autant de branches pour le commerce de l'intérieur du pays, leſquelles ſe réuniſſent enſuite à celui que les villes maritimes font avec le dehors. Comme ces grands objets appartiennent plutôt aux gouvernemens qu'à des particuliers qui voudroient bonifier leurs cantons, il eſt juſte de leur fournir auſſi de quoi les ſatisfaire.

De quelle maniere on peut faire uſage des accoulins ou atériſſemens, pour élever les lieux bas auſquels on ne peut donner d'écoulement.

1190. Quandon veut améliorer des ſituations qui ſont ſi baſſes qu'elles ne peuvent avoir d'écoulement par aucun endroit, il faut ſe ſervir de la nature même pour les élever, en faiſant enſorte que les eaux troubles des rivieres, ou autres courans à portée de-là, y dépoſent des atériſſemens. Pour empêcher que ces eaux ne s'étendent trop, il faut les retenir par des digues dont on bordera le marais aux endroits où elles pourroient s'épancher. On leur ménage des rigoles accompagnées de petites écluſes pour la décharge de ſuperficie de celles qui ſe ſeront clarifiées; de même, on pratique d'autres écluſes ſur les bords du courant, aux endroits où l'on aura fait des canaux pour en dériver les eaux, afin d'être le maître de n'en tirer que la quantité qu'on voudra. Quoique ces digues doivent renfermer le plus d'eſpace que l'on pourra, il faut cependant en proportionner l'étendue à la quantité d'eau trouble que l'écluſe pourra fournir. On

doit obſerver de bonifier d'abord les terreins contigus au courant, afin de paſſer enſuite aux autres plus éloignés ; il eſt auſſi avantageux de commencer les bonifications par les terreins les plus élevés, c'eſt-à-dire les plus éloignés de l'embouchure du courant, & de ceux-ci paſſer immédiatement aux plus bas ; par ce moyen les eaux clarifiées trouveront une iſſue plus libre & plus dégagée. Si le canal répondant au courant conduit une quantité d'eau ſuffiſante, on peut entreprendre en même tems des bonifications en pluſieurs endroits, en la faiſant paſſer dans d'autres petits canaux.

Lorſque le terrein qu'on veut améliorer eſt fort bas, & demande une hauteur conſidérable de limon, il faudra au commencement introduire l'eau trouble du fond du courant, parce que comme elle entraîne du gros ſable, l'attériſſement ſe formera plus vîte ; mais quand la bonification ſera parvenue à une certaine hauteur, il faudra exhauſſer le ſeuil de l'écluſe, pour couvrir de limon le ſable précédent, afin de mettre les terres en état d'être cultivées, obſervant qu'il faut les élever plus qu'elles ne devroient l'être naturellement, parce qu'elles s'affaiſſeront à meſure qu'elles viendront à ſécher.

Comme ces canaux s'attériſſent, à cauſe du peu de pente qu'on leur donne, il faut dans le commencement les nettoyer ſouvent, parce qu'ils reçoivent l'eau du fond du fleuve; mais ſur la fin, lorſqu'il n'en faut plus que de limoneuſe, on peut laiſſer le canal tel qu'il ſera, parce que ſon attériſſement ſervira à exclure le gravier qui partiroit du fond de la riviere, & ne laiſſera de libre que l'eau de la ſuperficie. Si les digues de la bonification ſont auſſi élevées à peu près que celles du courant, il eſt indifférent de laiſſer l'écluſe ouverte ou fermée quand tout le terrein ſera rempli d'eau, pourvu qu'il n'y ait point de rupture à craindre ; mais ſi elle étoit plus baſſe, il faut abſolument la fermer, afin que ſurvenant des crues elle ne dégorge pas au-deſſus des digues.

Quand il s'agit, non pas tant de hauſſer que d'améliorer un terrein, on doit avoir attention à la qualité de l'eau dérivée, parce qu'il y en a quelquefois qui, au lieu de fertiliſer les fonds où elle ſéjourne, les rend ſtériles. Si l'on n'a pas d'endroit propre à recevoir les eaux qui ſe ſont clarifiées, il faut les rejetter dans la partie inférieure du courant par une autre rigole, ayant une écluſe à ſon entrée; & lorſque la bonification ſupérieure ſera faite, cette écluſe pourra ſervir pour l'inférieure.

Au reſte, quand même on ne trouveroit pas d'endroit pour écouler les eaux claires, ils n'en réſulteroit pas un grand inconvénient, parce que tandis que les dépôts ſe formeroient, l'évaporation qui s'en fera journellement vers leur ſurface, en abaiſſera le niveau, & fera place à d'autres troubles qu'on y répandra de nouveau, tant que le terrein qui la recevra ait acquis une élévation ſuffiſante pour produire les écoulemens qui n'auront pu ſe faire d'abord.

Il y a auſſi des cas où l'on peut faire paſſer au travers des marais & étangs, les rivieres voiſines, ſi elles ſont fort limoneuſes, pour qu'elles comblent ſans ceſſe par des dépôts le terrein qu'on veut élever, tant qu'il ſoit parvenu à la hauteur propre à le changer en bonnes prairies ou terres labourables; mais avant que de faire un pareille entrepriſe, il faut bien examiner les dommages que cette riviere pourra cauſer pendant la durée du travail, le comparer aux bénéfices qu'on en tirera enſuite, afin de voir ſi on n'y ſera pas léſé. Cette maniere de deſſécher les marais eſt ordinairement de longue durée; cependant on pourra juger à peu près de la quantité de toiſes cubes de dépôts qu'elle fournira, année commune, en faiſant des expériences pour connoître de combien elle ſe charge de limon. Par exemple, on prétend que le Rhône porte à la mer en matiere limoneuſe, un dix-ſept centieme du volume de ſes eaux.

Quand une bonification eſt parvenue à ſon état de perfection, on doit lui ménager les écoulemens néceſſaires pour les eaux de pluies; c'eſt à quoi il faut penſer avant que d'entamer l'ouvrage, parce que les premiers canaux pourront ſervir ſi l'on a eu ſoin de les bien ſituer.

Quel eſt le parti qu'il faut prendre pour élever le même terrein, lorſqu'on n'a point de riviere à portée de-là.

1191. S'il étoit néceſſaire de deſſécher un terrein bas où les eaux n'euſſent point d'écoulement, & qu'on fût privé d'avoir dans le voiſinage une riviere propre à former des attériſſemens, il faudroit y faire aboutir les ravines de toutes les éminences à portée de-là, afin que les eaux de pluies y entraînent toutes ſortes de matieres terreuſes, tant que les attériſſemens ſe ſoient élevés à une hauteur convenable pour n'y plus faire paſſer que du limon; car il faut ſçavoir s'aider de tout ce qui ſe préſente, & ne pas croire que l'on trouvera toujours les choſes à ſouhait.

Il peut encore arriver qu'on rencontre un terrein bas, ſujet aux inondations, comme ſeroit une prairie qui n'auroit pas d'écoulement, il faut la couper par des foſſés qui aboutiſſent à des puiſards, dont on élevera l'eau dans des auges, pour la con-

duire jusqu'à son terme, en se servant d'un nombre de machines mues par le vent, comme on le pratique fort utilement en Hollande. Je ne m'arrête point à expliquer ces sortes de machines, parce que nous les avons détaillées, article 856 & suivant, dans le second volume de la premiere partie de cet ouvrage.

Il est bon d'observer que quand les prairies sont bordées de côteaux, de bonnes terres labourables, toutes les eaux de pluies qui en proviennent & qui inonderoient ces prairies pendant une partie de l'hyver, faute de pouvoir s'écouler assez promptement, sont plus avantageuses que préjudiciables, quand les inondations ne viennent point immédiatement après la coupe des foins, parce qu'elles y déposent un excellent limon impregné de tous les sels provenans des mêmes côteaux, qui élevent insensiblement le bas, aux dépends des parties supérieures. C'est le cas où se trouve la vaste prairie baignée par la riviere d'Oise en Picardie.

En observant la conduite que nous venons de prescrire, on parviendra à bonifier en peu de tems tous les terreins aquatiques; & lorsqu'ils seront une fois en état de culture, on ne tardera point à être bien dédommagé des avances qu'on aura été obligé de faire, qui se réduiront toujours à peu de chose, eu égard aux avantages qui en résulteront. C'est en s'y prenant de la sorte qu'on est parvenu en Italie, à rendre fertile une partie du Mantouan, du Ferrarez & de la Lombardie, qui ne l'étoit pas auparavant.

Ce que les Romains ont fait de plus mémorable en ce genre, est d'avoir entrepris, du tems de *Claudius*, de dessécher le lac *Fusin*, où ils ont employé trente mille hommes pendant douze ans, à percer une montagne de rochers pour y faire passer un canal de trois mille pas de longueur, qui devoit conduire les eaux de ce lac dans le *Tibre*.

CHAPITRE

CHAPITRE XIV.

Des canaux d'arroſage pour fertiliſer un pays aride.

1192. LES Egyptiens ſont les plus anciens peuples que l'on connoiſſe qui aient fait uſage des canaux pour fertiliſer leurs campagnes, & donner lieu au Nil de ſe répandre dans les droits les plus éloignés. Lorſqu'il s'en eſt rencontré de trop éminens pour que les eaux puſſent les baigner, ils ont employé des machines pour les élever, principalement la vis d'Archimede, que l'on prétend que ce grand homme imagina dans un voyage qu'il fit en Egypte. Le Nil a cela de merveilleux, qu'au lieu que les autres fleuves emportent le ſuc des terres en les inondant, celui-ci au contraire, par un précieux limon qu'il entraîne avec lui, les engraiſſe & les fertiliſe de telle ſorte qu'il ſuffit pour réparer les forces que la moiſſon précédente leur a fait perdre. Auſſi-tôt que le Nil eſt retiré, le laboureur ne fait que retourner la terre en y mêlant un peu de ſable pour en diminuer la force, enſuite il la ſeme, & deux mois après elle ſe trouve toute couverte de grains & de légumes; de ſorte que dans le cours de l'année la même terre porte quatre eſpeces de fruits différens.

Des canaux d'arroſage qui ſont en Egypte. Extrait de l'hiſtoire ancienne de M. Rollin.

Le Nil prenant ſa ſource dans le royaume de *Goiame* en *Abiſſinie*, ſes accroiſſemens viennent de ce que traverſant l'Ethiopie, où il pleut annuellement depuis le mois d'avril juſqu'à la fin d'août, ce fleuve qui en reçoit les eaux les apporte en Egypte, où il ne pleut preſque point. Il commence à croître depuis la fin de juin, & continue juſqu'à la fin de ſeptembre; alors il ceſſe de groſſir & va toujours en diminuant pendant les mois d'octobre & de novembre, après quoi il rentre dans ſon lit & prend ſon cours ordinaire. Obſervations que les voyageurs modernes ont trouvé aſſez conformes à ce que les anciens auteurs en ont écrit. Ce qu'il y a d'admirable, eſt de voir que pendant les quatre mois qui ſuivent celui de juin, les vents du nord-eſt ſoufflent réguliérement, & repouſſent l'eau du Nil qui s'écouleroit trop vîte à la mer.

Comme la chaleur du ſoleil eſt extrême en Egypte, l'humidité que le Nil a cauſée à la terre ſeroit bientôt deſſéchée, ſans

le ſecours des canaux & réſervoirs dont elle eſt toute remplie; parce que les ſaignées que l'on a ſoin d'y faire fourniſſent abondamment de l'eau pour arroſer les campagnes; par-là on a trouvé le moyen de faire d'un terrein naturellement ſec & ſablonneux, celui du monde le plus gras & le plus fertile.

Des arroſages qui ſe font en Italie, dans le Dauphiné, la Provence, &c.

1193. Les peuples d'Italie, à l'imitation des Egyptiens, ont acquis beaucoup d'induſtrie pour arroſer leurs campagnes, ſurtout celles qui ſont voiſines des montagnes, parce qu'elles fourniſſent des ſources abondantes, dont il ne s'agit plus que de ménager le cours des eaux, en les ſoutenant à une hauteur convenable au chemin qu'on veut qu'elles faſſent. En France, les habitans du Dauphiné, ceux de Provence & du Rouſſillon, ont auſſi acquis beaucoup de connoiſſances pour les bien ménager; ce n'eſt pas que preſque dans tous les pays du monde, il ne ſe rencontre des propriétaires qui creuſent des petits canaux pour arroſer leurs prés ſitués dans des lieux bas. Ce n'eſt point de ces canaux-là dont nous allons parler, mais de ceux qui ſe font aux frais des habitans d'une certaine étendue de pays, parce qu'en établiſſant des maximes générales, on en pourra déduire celles qu'il faudra ſuivre pour l'intérêt des particuliers.

Suppoſant que l'on ait un fleuve plus élevé que les campagnes que l'on veut arroſer, ſans ſe mettre en peine de la diſtance, pourvu qu'elle ne ſoit point exceſſive, & qu'il ne ſe rencontre point en chemin d'obſtacle inſurmontable pour la conduite des eaux que l'on veut dériver, on choiſira, en remontant ce fleuve, le point d'élévation le plus propre pour la naiſſance du canal, afin de conduire les eaux au terme le plus éloigné du précédent, en donnant à ce canal une pente & une largeur proportionnée à ſon uſage: ce que l'inſpection des lieux peut ſeule déterminer, moyennant des plans relatifs à des nivellemens exacts. Comme ce canal doit être accompagné de pluſieurs branches qui fourniront de l'eau à des rigoles d'arroſage, on lui fait ſuivre les côteaux par leſquels on peut en ſoutenir la hauteur, en lui donnant une pente qui maintienne toujours les eaux à une élévation plus grande que celle qu'aura le fleuve, à meſure qu'il s'éloigne de l'endroit où ſe ſera fait la priſe des eaux. Je veux dire, par exemple, que ſi le lit de ce fleuve avoit une ligne de pente par toiſe courante, n'en donnant que la moitié à celui du canal, ce dernier ſe trouvera à la diſtance de deux cens toiſes plus élevé de huit pouces quatre lignes, que le niveau des eaux du premier, pris à la même diſtance; ſur quoi on obſervera que

les rivieres les plus rapides n'ont guere dans leur cours uniforme que deux lignes par toise de pente, ou seize pouces huit lignes par cent toises, & que quand elles en ont davantage elles sont regardées comme des torrens. On n'aura donc plus qu'à examiner quel canton l'on peut arroser le long du canal, observant de l'élargir à proportion du chemin qu'on lui fera faire & de la pente qu'on lui donnera, n'oubliant point que l'eau augmente de volume à proportion de la pente qu'on lui ôte (articles 983 & 984); c'est-à-dire, par exemple, que si on la diminue de moitié, l'eau en ira moins vîte, mais elle augmentera sa hauteur d'environ moitié; c'est à quoi l'on doit bien prendre garde, de crainte d'en attirer plus qu'on n'en voudroit, ou de n'en avoir pas suffisamment.

Pour en juger il suffira de savoir la quantité de pays qui peut en profiter, & faire convenir les particuliers de ce que chacun d'eux doit contribuer pour le dédommagement des terres qu'occupera le canal, à proportion de l'avantage qu'ils en pourront tirer : ce que l'on saura après avoir déterminé le prix de l'arrosage d'un arpent sur celui de la dépense totale de l'entreprise.

Maximes sur la maniere de former les projets qui appartiennent aux canaux d'arrosage.

1194. Il faut commencer par lever une carte du terrein, l'accompagner des nivellemens nécessaires, dont les principaux points seront marqués à demeure sur les lieux mêmes, par des repaires que l'on puisse retrouver dans le tems de l'exécution, afin qu'ils servent à régler la conduite de ceux qui seront chargés de l'ouvrage; on se conformera d'ailleurs à ce qui a été enseigné dans le chapitre septieme de ce quatrieme livre, sur ce qui pourra avoir rapport à l'exécution du projet d'arrosage.

On doit préparer la superficie du terrein qu'on veut arroser, & s'accommoder à la figure du pays & aux sinuosités où il faudra assujettir le canal, de maniere que les eaux puissent se répandre par-tout dans les branches nécessaires aux héritages; on ouvre & l'on ferme ces branches ou canaux particuliers, par des petites écluses à vannes, qu'on place aussi d'espace en espace pour faciliter les distributions qu'on fait le plus souvent par de petites buses, où il ne peut passer que la quantité d'eau qui doit appartenir à chacun. Rien de mieux entendu que ce que j'ai vu exécuté à ce sujet dans les cantons Suisses & en Provence. Il faut sur toute chose donner aux branches que l'on tirera du grand canal, & aux rigoles qui partiront de ces branches, des largeurs & profondeurs proportionnées à la quantité d'eau qu'on y fera

paſſer relativement à ſa vîteſſe & au trajet qu'elle ſera obligée de faire. Il y a plus d'art qu'on ne penſe à faire équitablement cette diſtribution, pour qu'un héritage ne ſoit point favoriſé au préjudice d'un autre; cependant on en vient aiſément à bout dès qu'on eſt prévenu des regles fondamentales de l'hydraulique. Comme j'ai enſeigné dans la premiere partie de cet ouvrage (livre I, chap. III.) ce que l'on pouvoit dire de plus eſſentiel ſur la meſure des eaux courantes, j'y renvoie pour abréger. J'ajouterai ſeulement que s'il arrivoit qu'il n'y eût point de riviere dans le pays que l'on veut arroſer, mais qu'il ſe rencontrât dans le voiſinage une quantité de ſources que l'on pût raſſembler dans un réſervoir, comme on a fait à celui de Saint-Fariol (article 1088), il faudroit de même en ſoutenir les eaux par une digue, & faire un canal pour les conduire dans les tems de ſéchereſſe aux termes de leurs deſtinations.

Il eſt eſſentiel d'établir un bonne police pour la diſtribution des eaux, afin de régler le tems où il faudra les donner, & celui qu'on pourra les garder. Cette police eſt déja aſſez bien obſervée dans la plupart des lieux où il ſe fait des arroſemens publics; ainſi on pourra s'y conformer, en ajoutant ou retranchant ce que l'on jugera convenable aux circonſtances des lieux; c'eſt pourquoi je ne m'y arrête point.

Il faut avoir grande attention à la qualité des eaux dont on pourra diſpoſer, & voir ſi elles ne ſont pas contraires aux productions de la terre. Evénement remarquable à ce ſujet.

1195. Il ne ſuffit pas d'avoir des eaux que l'on puiſſe conduire pour l'arroſage des terres, il faut ſur toute choſe ſavoir auparavant ſi elles y ſont propres, & ſi elles ne deviendront pas plus nuiſibles qu'avantageuſes; c'eſt de quoi l'on pourra juger en examinant l'effet qu'elles produiſent dans les cantons où elles ſe répandent. Comme il pourroit arriver qu'elles ſoient bonnes en remontant vers leur ſource, & qu'elles deviennent mauvaiſes en coulant dans des terreins qui les gâtent, le plus ſûr moyen de ſavoir à quoi s'en tenir, eſt d'éprouver l'effet que produiront celles qu'on prendra au-deſſus du point de dérivation, en les répandant ſur des plantes du lieu que l'on veut arroſer. L'expérience que voici fera voir combien il faut être circonſpect avant que d'entamer l'exécution d'un projet d'arroſage.

M. Gautier rapporte dans ſon *traité de la conſtruction des chemins*, qu'ayant été chargé par M. *Arnou*, intendant général de la marine, d'examiner s'il n'y auroit pas un moyen de dériver des eaux du Rhône, ou de quelques autres rivieres, pour les conduire dans une de ſes terres, ſituée dans le comté d'Avignon, il reconnut après pluſieurs nivellemens, qu'on n'en pouvoit

avoir que de la riviere d'*Aigues* qui paſſe proche d'*Orange*. En conſéquence, il fit un état de dépenſe pour un petit canal qui ſerviroit d'abord d'eſſai, afin de voir ſi les eaux arriveroient à leur deſtination, & qu'on élargiroit enſuite après en avoir reconnu l'utilité. Ce projet ayant été remis à M. Arnou, il le fit exécuter, & les eaux de la riviere d'*Aigues* arriverent en effet ſur les terres de *Rochegarde*, pour y arroſer un canton aride, où il ne croiſſoit que peu de pâturage : mais quel fut l'étonnement de M. Arnou, lorſqu'un an après on s'appercut que les eaux de cette riviere, répandues ſur le terrein qu'on arroſoit, empêchoient que l'herbe n'y crût, & faiſoient mourir les plantes qu'elles humectoient ! On rechercha la cauſe d'un événement auſſi fatal, & l'on reconnut qu'elle provenoit d'une terre blanche comme de la craie, dont ces eaux étoient impregnées, qui portoit la ſtérilité par-tout où elle ſéjournoit.

La trop grande crudité des eaux peut être corrigée en la faiſant filtrer au travers du fumier.

1196. Le vice le plus ordinaire des eaux que l'on tire immédiatement des montagnes, vient de leur trop grande crudité, capable de porter plus de préjudice que d'avantage aux terres qu'elles arroſent. Quand il s'en rencontre de la ſorte, il faut, à la naiſſance de chaque rigole de diſtribution, faire un baſſin où elles puiſſent ſéjourner avant que de s'en ſervir, afin qu'elles s'y adouciſſent. Si on n'a pas de lieu propre pour ces baſſins, ou que l'on ne veuille point ſe priver de la culture du terrein qu'ils occuperoient, chaque particulier pourra faire paſſer au travers d'un amas de fumier l'eau qui lui appartiendra, pour lui faire changer de qualité, & en contracter une excellente, provenant des ſels nourriciers qu'elles emporteront avec elles. D'autre part, les parties du fumier ſeront auſſi entraînées & répandues ſur tout le terrein qu'on arroſera ; c'eſt pourquoi il faut de tems en tems en renouveller les amas. Si dans les cantons que doit parcourir le canal principal, il ſe rencontroit des terres marneuſes, propres à engraiſſer les champs, il faudroit, ſi cela ſe pouvoit ſans lui faire faire un trop grand écart, le conduire par ces endroits-là, afin d'en bonifier les eaux ; par la raiſon contraire on prendra bien garde de ne pas faire paſſer le même canal dans un terrein qui auroit une qualité pernicieuſe ; en un mot, il faut en étudier la nature, & ſe conduire en conſéquence.

Moyennant les arroſemens, on peut changer une terre labourée en

1197. Il y a peu de pays qui n'aient beſoin d'être arroſés, quelle qu'en ſoit la ſituation, parce que les pluies viennent quelquefois trop tôt & quelquefois trop tard, & le plus ſouvent mal-à-propos : d'où il réſulte beaucoup de dommage aux biens de la cam-

pré, & réciproquement un pré en terre labourable.

pagne, ce qui cauſe quelquefois la ruine de tout un pays. On ne peut remédier au premier de ces deux inconvéniens; mais il nous reſte au moins l'avantage de corriger le ſecond par le moyen des canaux d'arroſage : n'eſt-ce pas beaucoup de pouvoir ſe préſerver de la moitié du mal? Il n'y a guere de pays en France plus froid & plus ſujet à l'humidité que le haut Dauphiné, parce qu'il eſt rempli de montagnes chargées de neige preſque toute l'année, & contre leſquelles les nuées viennent ſe rompre, & où l'hiver avec toutes ſes rigueurs, dure au moins ſept mois. Cependant il n'y a point d'endroit où l'on arroſe les terres avec plus de ſoin, & dont on tire un meilleur parti. De même dans les Pays-Bas, où l'on ſait que les eaux ſont en grande abondance, on n'eſt pas moins attentif à remédier au tort que peuvent cauſer les grandes ſéchereſſes, en rempliſſant d'eau les foſſés ou *watergans*, dont les campagnes ſont coupées, afin de les rafraîchir par tranſpiration. Si dans des climats ſi différens on a beſoin de canaux d'arroſage, on peut conclure qu'il y en a peu où ils ne ſoient abſolument néceſſaires. En effet, eſt-il rien de plus avantageux que de pouvoir convertir les terres labourables en prés, enſuite les prés en terres labourables? Quand on peut changer en prairie une piece de terre fatiguée de produire du bled, elle en devient bien meilleure quelques années après, pourvu qu'on la puiſſe arroſer; de même quand la terre d'un pré vient à s'émouſſer, ce qui eſt un ſigne certain qu'elle ſe laſſe, la remettant en labour pendant quatre ou cinq ans, elle produit enſuite du bled en abondance. D'autre part cette mutation donne lieu d'entretenir & d'élever beaucoup de beſtiaux, dont on connoît aſſez la néceſſité.

Moyennant un canal d'arroſage, on eſt parvenu à rendre fertile la plaine de Crau en Provence.

1198. Rien ne prouve mieux le parti avantageux que l'on peut tirer d'un canal d'arroſage, que l'exemple qu'offre la plaine de *Crau* en Provence, entre *Arles* & *Solon*; cette plaine de ſix lieues de long & d'environ trois de large, eſt ſi couverte de cailloux, que l'on n'y voit preſque point de terre. Un nommé *Adam de Crapone*, gentilhomme Provençal, qui s'eſt rendu fort célebre par ſon ſavoir qui lui avoit attiré la confiance de Henri II, dont il étoit Ingénieur des fortifications, ayant reconnu par des nivellemens que la Durance priſe près du village de la *Roque*, à ſix lieues au-deſſus de ſon embouchure dans le Rhône, étoit de beaucoup ſupérieure à cette plaine, fit faire en 1558 un canal nommé encore aujourd'hui de *Crapone*, du nom de ſon auteur, pour arroſer un pays auſſi aride. En effet, il eſt par-

venu, par un grand nombre de rigoles transverſales, à faire naître l'abondance dans un canton qui n'en avoit pas paru ſuſceptible ; on y a ſemé depuis du bled dans les endroits les plus favorables, & les autres produiſent entre les cailloux de l'herbe ſucculente, ſervant à nourrir un grand nombre de troupeaux. De-là ce canal ayant traverſé ſur un aqueduc le territoire d'Arles, vient aboutir dans le Rhône à un quart de lieue de la partie méridionale de cette ville, après avoir fait tourner pluſieurs moulins. Ce qui paroît aſſez curieux, eſt de voir qu'au-deſſous de ce canal d'arroſage, à l'endroit de l'aqueduc, paſſe un autre canal pour l'écoulement des eaux du pays.

Projet d'un canal d'arroſage pour la Provence.

1199. Tandis que nous en ſommes ſur la Provence, dont on connoît la ſtérilité des campagnes, cauſées par les fréquentes ſéchereſſes qui y regnent, il ne ſera pas hors de propos de parler d'un autre canal d'arroſage, propoſé par le même de Crapone. Ce projet a été renouvellé nombre de fois depuis, & de nos jours par le ſieur Floquet, Provençal, très-capable de le conduire à ſa perfection, ſi l'on en juge par les écrits qu'il a publiés à cette occaſion. Ce projet ſe réduit à dériver des eaux de la Durance dans un endroit près du bac de *Mirabeau*, à travers le roc de *Canteperdrix*. Là cette riviere eſt bordée de deux rochers élevés, dont celui de Canteperdrix fait partie ; *avantage unique* (dit le ſieur Floquet) *qui rendra à jamais la priſe des eaux immuable & hors d'atteinte de toutes les inondations cauſées par cette riviere.* Le canal qui les recevra & qu'on a deſſein de rendre navigable, aura ſon cours par les terroirs de *Joucques*, *Peyrolles*, *Meirargues*, *Venelles*, *le Puy*, *Arnajon*, *Saint-Eſteve*, *Janſon*, *Rognes*, *Saint-Canat*, *Eguilles*, & au-deſſus de la ville d'*Aix*, de-là ſera conduit par ceux du *Tholonnet*, de *Meyreueil*, *Gardanne*, *Bouc*, *Cabriés* & *Septemes* juſqu'à *Marſeille*, où il dégorgera ſes eaux dans la mer. Si ſon exécution n'a pas eu lieu juſqu'ici, ce n'eſt pas qu'on n'en ait ſenti toute la poſſibilité & les avantages qui en réſulteroient ; mais la dépenſe de plus de ſix millions, qu'il coûteroit, n'eſt pas un petit obſtacle à vaincre.

Moyen d'exécuter le projet précédent, en le faiſant ſucceſſivement par parties, qui produiront à meſure.

1200. De la maniere que la compagnie qui a deſſein d'entreprendre ce grand ouvrage veut le conduire, il ſuffira d'avoir une partie de cette ſomme, pour être aſſuré de le finir dans l'eſpace de ſix ans, parce qu'il procureroit des revenus à meſure qu'il avancera, chaque partie pouvant ſucceſſivement former elle-même un canal achevé, dont les eaux pourront être em-

ployées tout de ſuite en arroſemens, en même tems que les ſuperflues ſe déchargeront dans les divers torrens qui traverſent la route que tout le canal doit ſuivre. En conſéquence, la même compagnie a diviſé la propriété du privilege qu'elle a obtenu du roi, & les revenus qu'elle compte tirer du canal en neuf mille ſix cens actions, qu'on diſtribuera par voie de ſouſcription juſqu'à la concurrence de trois mille deux cens de ces actions, à raiſon de ſix cens livres chacune. Ceux qui ſeront propriétaires de ces actions, deviendront membres de la même compagnie, & participeront à perpétuité à tous les revenus que ce canal & les autres qui en ſeront déduits pourront produire; par ce moyen on parviendra peut-être à raſſembler les fonds néceſſaires pour entamer un projet auſſi utile.

On voit que le revenu de ce canal ſera fondé principalement ſur la quantité d'eau qu'il dépenſera continuellement, qu'on a eſtimée par minute à plus de quatre cens mille *canons* d'un denier (meſure d'uſage en Provence) égal à un demi pouce ordinaire d'eau, plus un quatorzieme. De cette quantité le ſieur Floquet en déduit ſix mille canons pour les évaporations cauſées par le ſoleil & les vents, & pareille quantité pour avoir égard aux tranſpirations qui ſe feront pendant quelques mois ſeulement, juſqu'à ce que les pores de la terre ſoient bouchés par la vaſe & le limon, dont l'eau de la Durance eſt preſque toujours chargée : ce qui pourra par conſéquent améliorer les terres où elle ſera répandue.

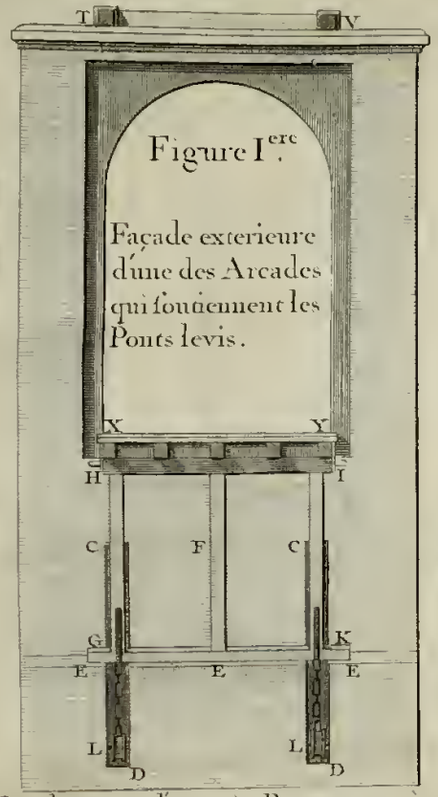
Me voilà enfin parvenu au terme où je me ſuis propoſé de pouſſer cet ouvrage; j'avouerai ingénuement qu'il m'a cauſé beaucoup de peine, & qu'il n'y a eu que mon attachement ſeul pour le bien public qui ait été capable de ſoutenir ma conſtance depuis trente-quatre ans que j'en ſuis occupé. Je ſouhaite qu'il réponde à la fin qui me l'a fait entreprendre, & qu'il puiſſe donner lieu de perfectionner de plus en plus une partie auſſi utile.

Fin du deuxieme & dernier volume de la ſeconde partie, qui eſt le quatrieme de tout l'ouvrage.

Dessein d'un Pont de maçonnerie avant dans le milieu un double tablier pour le passage des Bâtiments de Mer à l'embouchure d'un Fleuve.

Figure I.ere

Façade exterieure d'une des Arcades qui soutiennent les Ponts levis.



Developement d'un petit Pont tournant à l'usage des Canaux de Navigation.

Fig 5.e

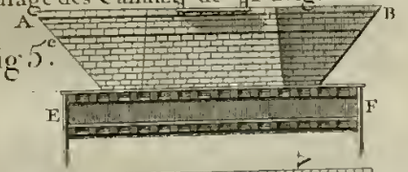


Fig. 6.e

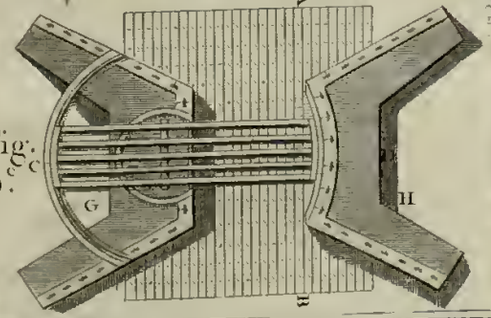


Fig 2.e

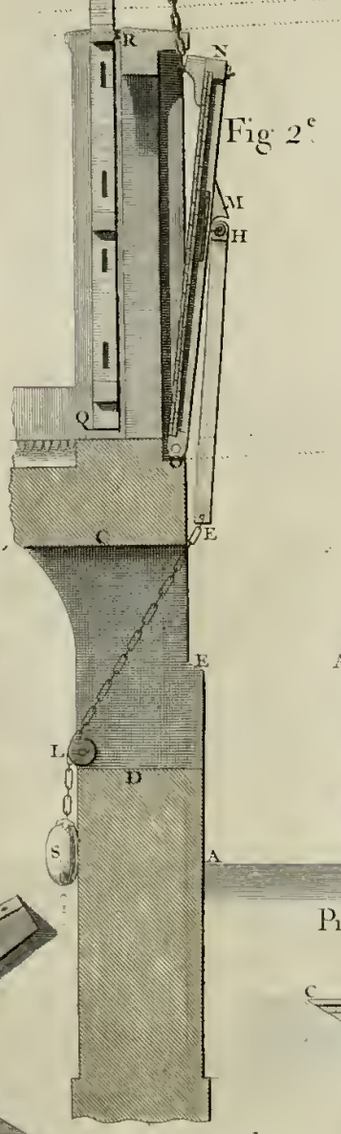


Fig 3.e

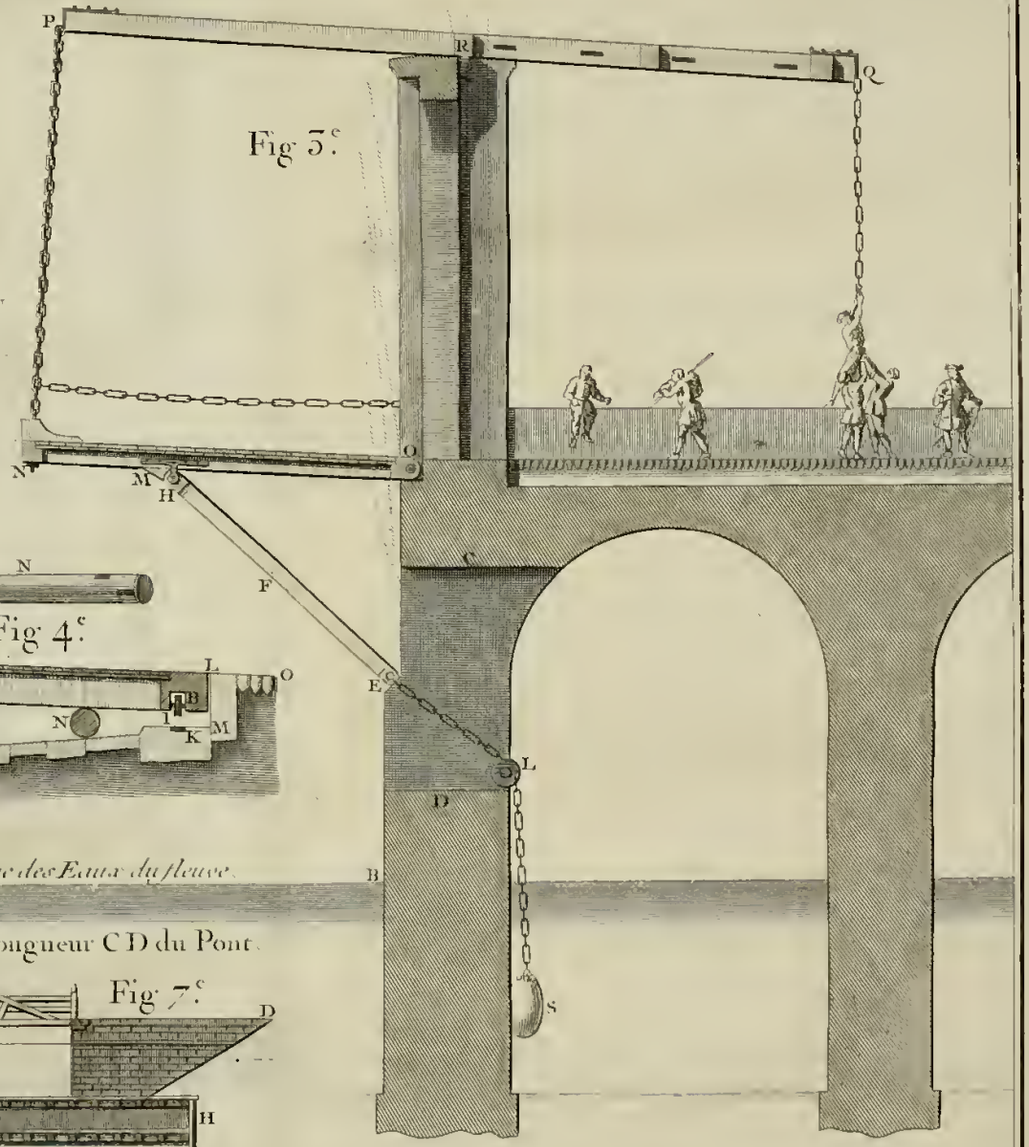
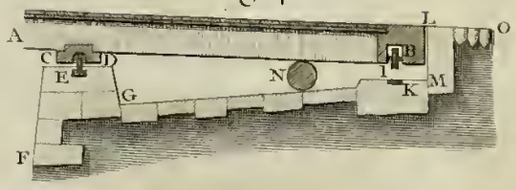


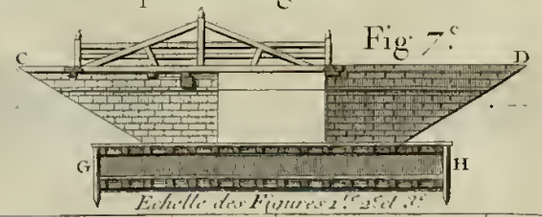
Fig 4.e



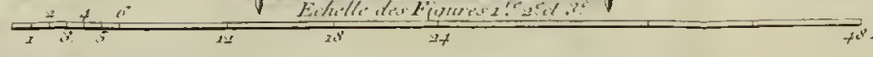
Hauteur moyenne des Eaux du fleuve.

Profil coupé sur la longueur CD du Pont.

Fig 7.e



Echelle des Figures 1.re 2.de 3.e



N.° 55.

Profil et Elévation du Pont tournant de la grande Echute de Cherbourg.

Fig 2.e

Plan d'une serre a la culée du Pont tournant

Fig 3.e

Profil de la serre

Clef des serres ou supports

Fig 4.e Profil du Pont tournant pris au travers passant par A.B.

Figure 1.ere

Partie d'une grande Echute reliant au Pont tournant.

Echelle des Plans et Profils du Pont tournant

Plan de la charpente et ferrure du Pont tournant

Fig 5.e

Encaissement d'une moitié du Pont tournant.

Serre du Pont tournant pour le soutenir a l'alignement des Bajoyers Figure 6.

Profil de la serre précédente Bajoyers Figure 6.

Plan de la serre a l'alignement des Bajoyers Figure 6.

N.° 54.

Herbert Sculp.

Maniere de Trasser le Pont tournant.

Fig 7.e

Fig 8.e

Dévelopement des Agrets du Pont tournant de l'Ecluse de Cherbourg.

Fig 8.e

Figure 9.e

Fig 10.e

Fig 10.e

Fig 10.e

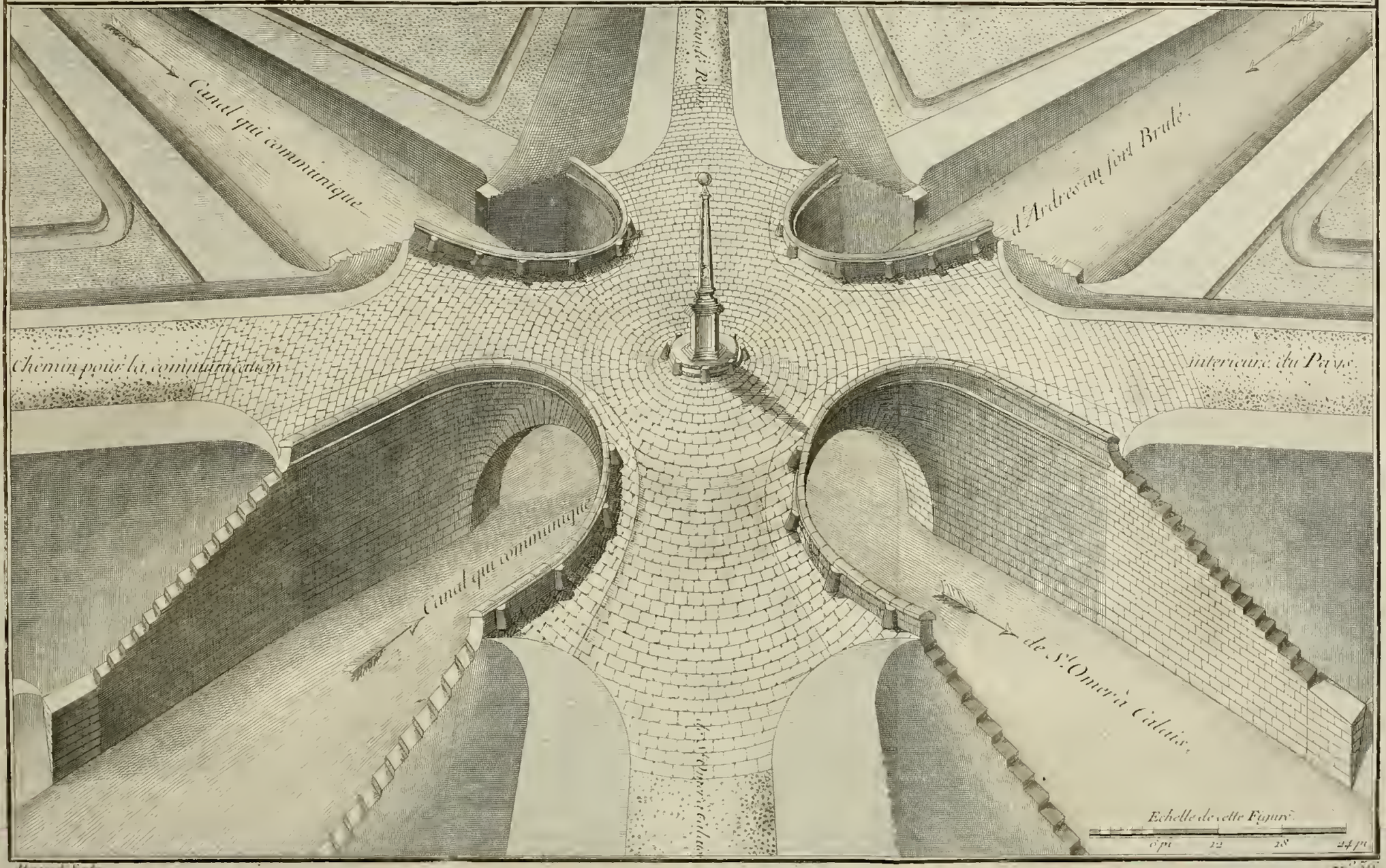
Fig 11.e

Fig 12.e

Fig 13.e

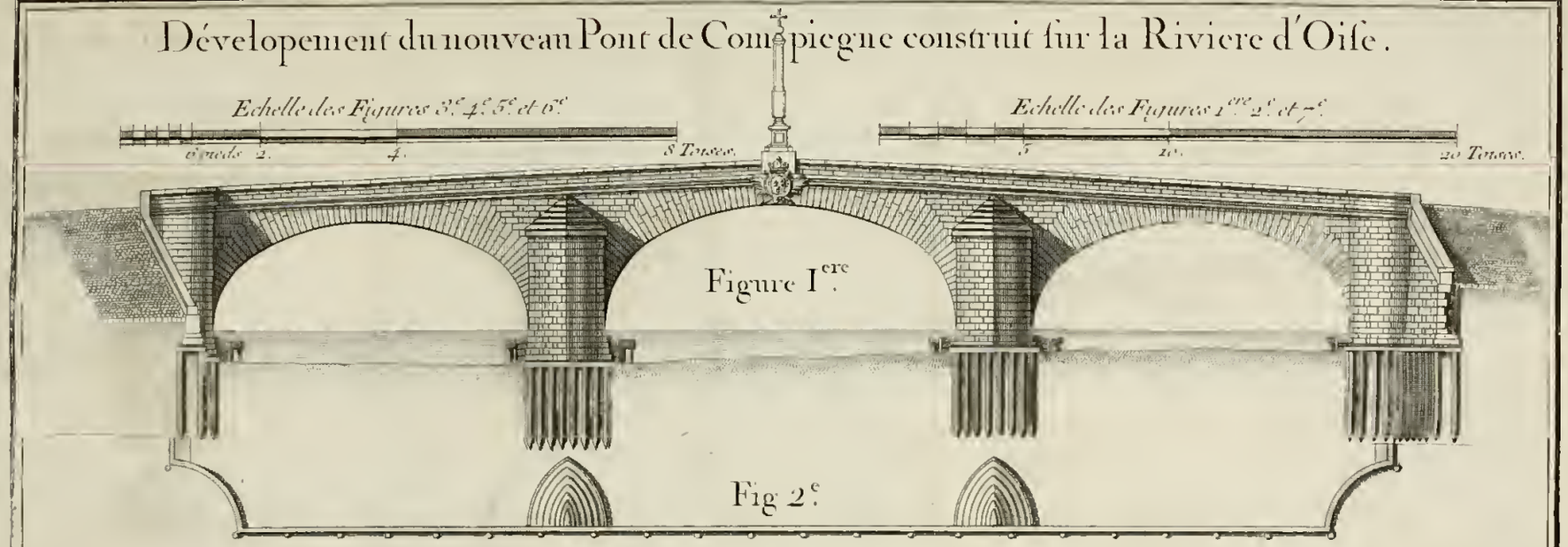
Fig 12.e

Repreſentation d'un Pont à quatre Branches conſtruit ſur la croiſée des Canaux de Navigation d'Ardres et de Calais.

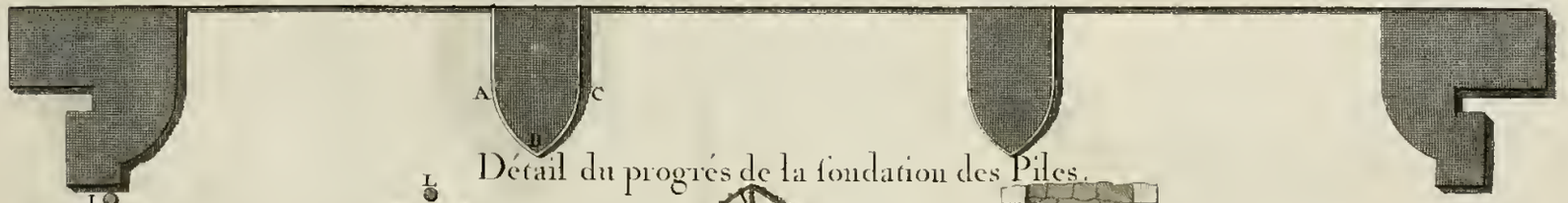


Berrier et Sculp. N°. 50.

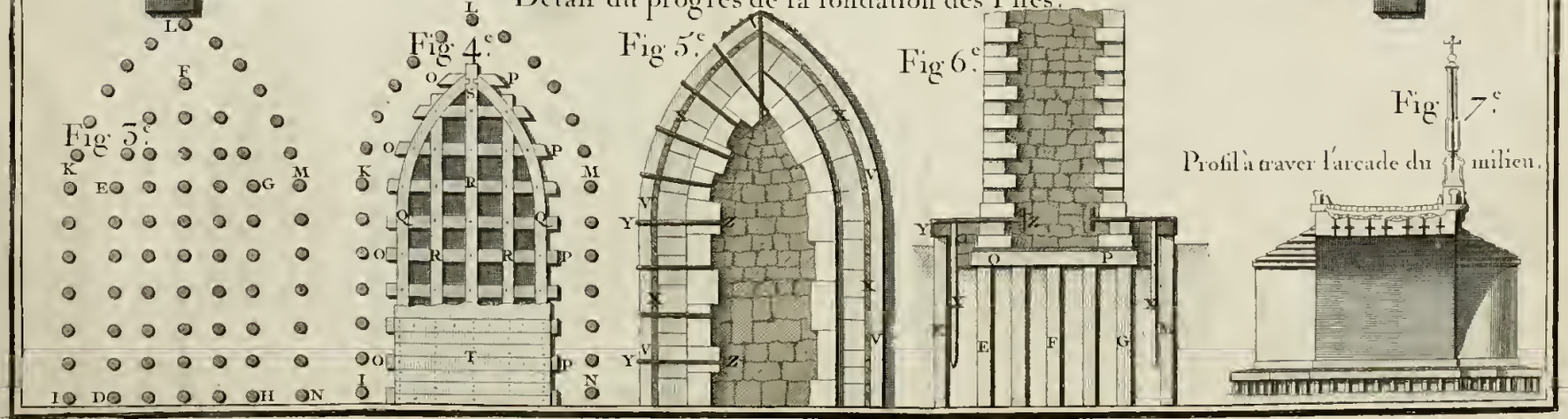
Dévelopement du nouveau Pont de Compiegne construit sur la Riviere d'Oise.



Plan du même Pont vue une moitié au rez de chaussée, et l'autre au dessus de sa fondation.

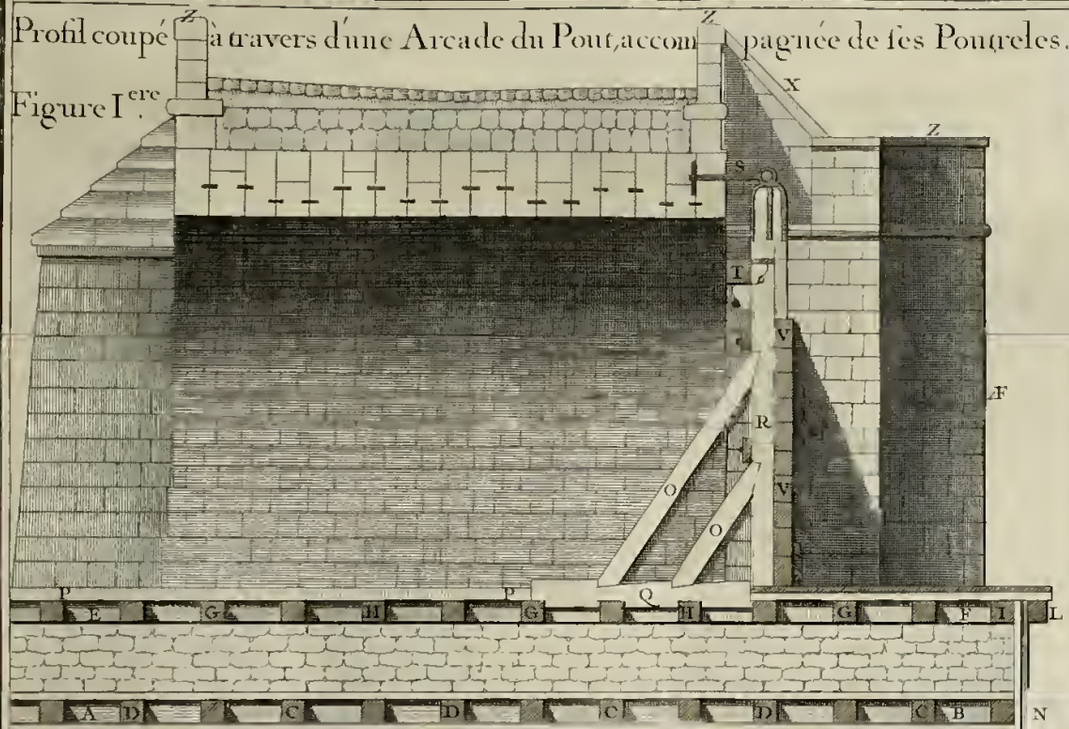


Détail du progrés de la fondation des Piles.

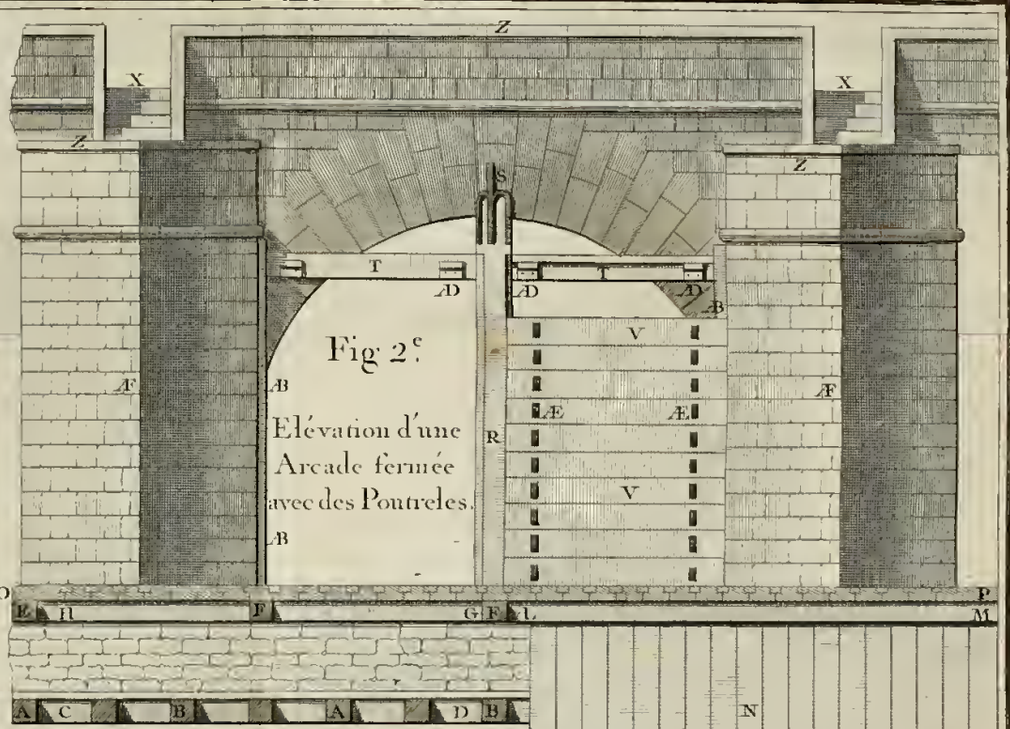


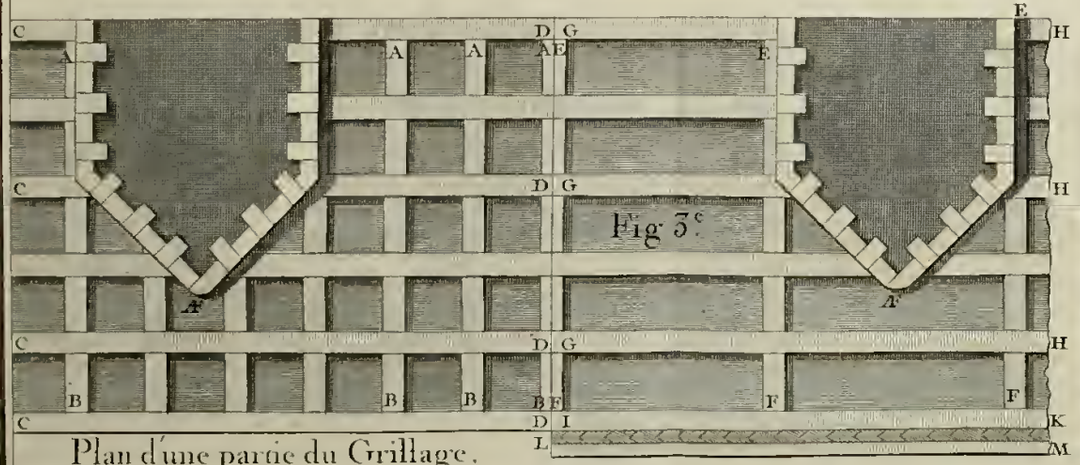
Profil coupé à travers d'une Arcade du Pont, accompagnée de ses Poutreles.

Figure Iere.



Développement d'une Arcade du Pont sur la Meuse à Sedan, servant à la défense de cette Place, en fermant les Arcades à former l'inondation qui contribue avec des Poutreles.





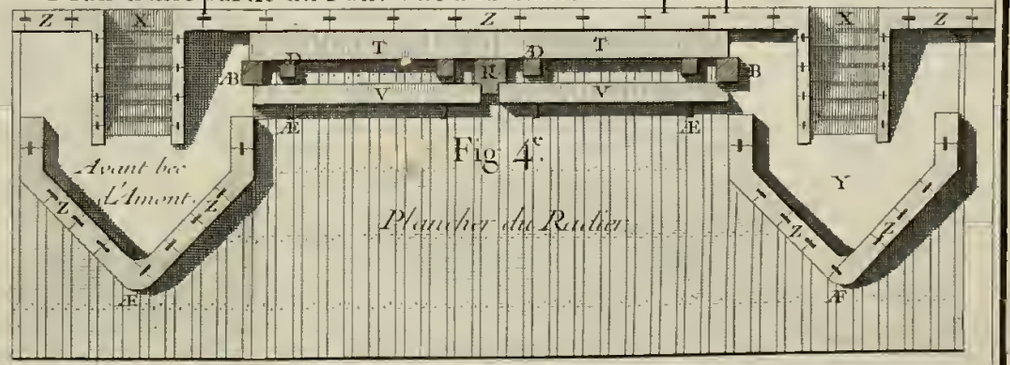
Plan d'une partie du Grillage.

Echelle des Figures de cette Planche.

1 2 3 4 5 6 Toises.

1 2 3 4 6 pi.

Plan d'une partie du Pont vuë à la hauteur du parapet et du Radier.



Développement du Pont Royal éxécuté en 1685 sur la Seine à Paris vis a vis le premier Pavillon des Tuilleries.

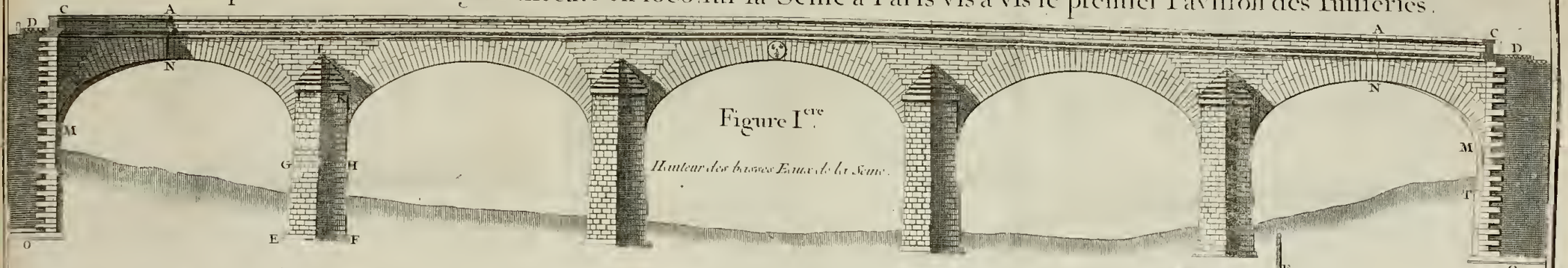
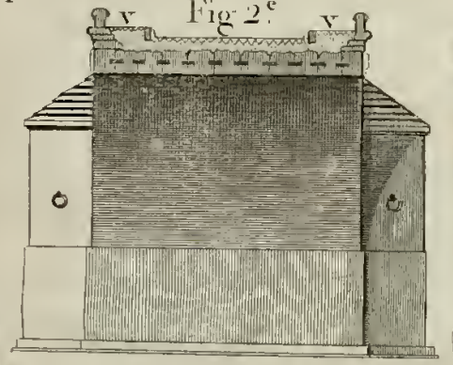


Figure Iere

Hauteur des basses Eaux de la Seine.

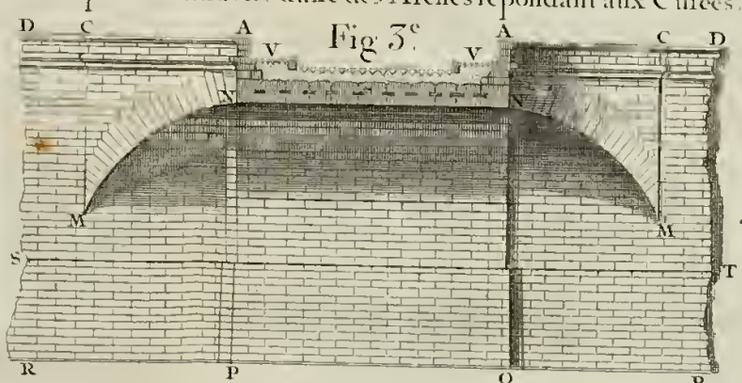
Profil passant au travers de l'Arche du milieu.

Fig 2.^e



Profil passant au travers d'une des Arches repondant aux Culées.

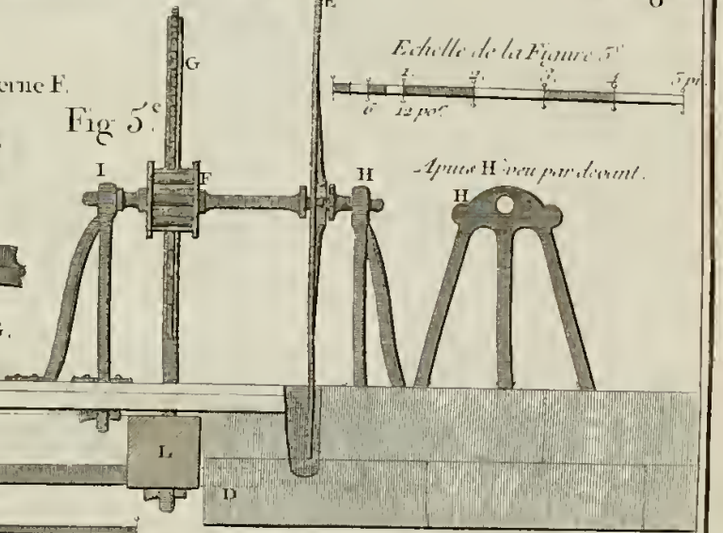
Fig 3.^e



Plan de la Lanterne F.

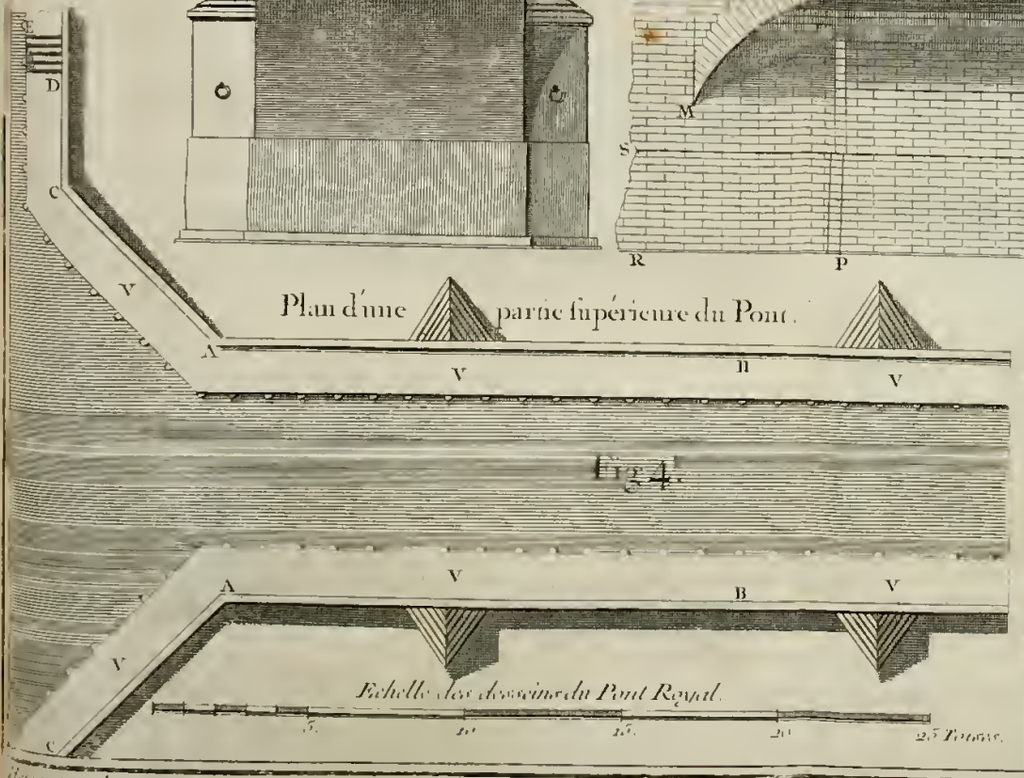
Profil de G.

Fig 5.^e



Echelle de la Figure 5.^e

Apuie H vu par devant.

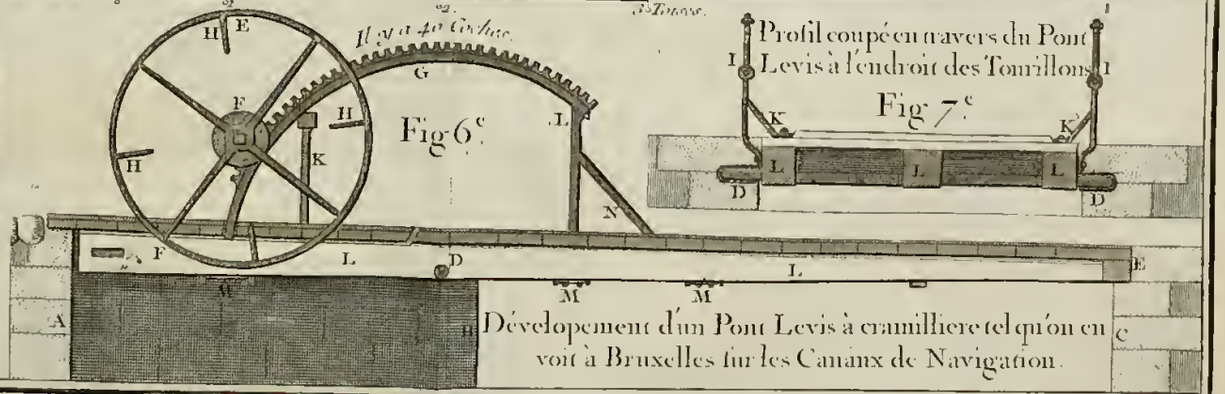


Plan d'une partie supérieure du Pont.

Fig 4.

Echelle des dessins du Pont Royal.

Echelle des Figures 6.e et 7.^e



Il y a 40 Cochets.

Fig 6.^e

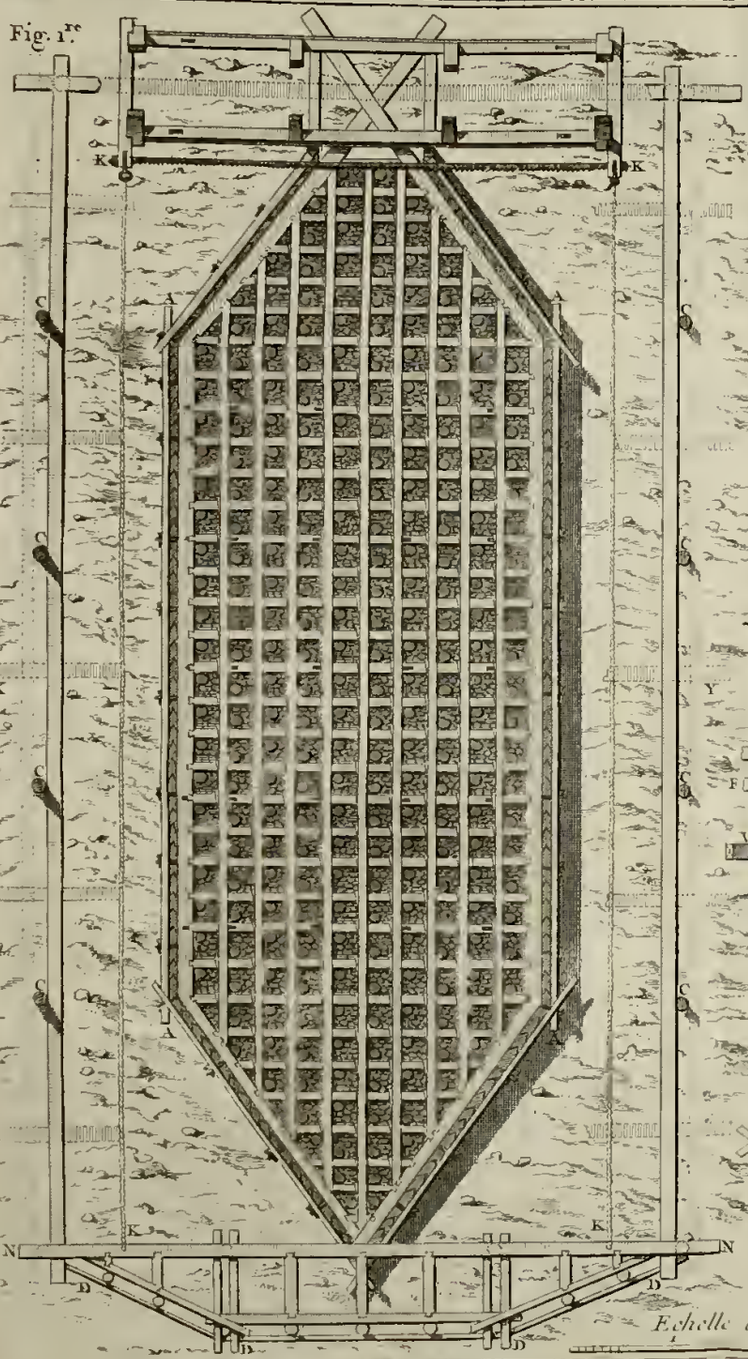
Profil coupé en travers du Pont Levis à l'endroit des Tourillons.

Fig 7.^e

Développement d'un Pont Levis à crannillere tel qu'on en voit à Bruxelles sur les Canaux de Navigation.

Dessein pour l'intelligence d'une nouvelle maniere de receper les Pilots au fond de l'eau et de fonder les Piles des Ponts sans faire des Batardeaux.

Fig. 1re.



Profil coupe sur la ligne XY de la Fig. 1re.

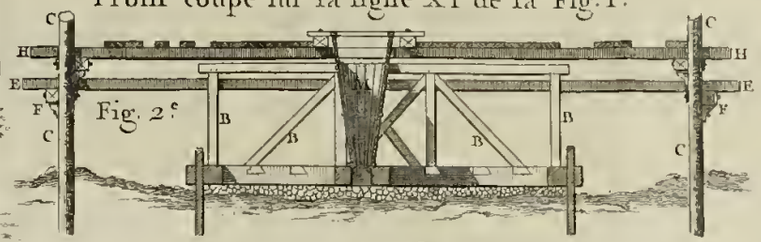


Fig. 2e.

Fig. 3e.

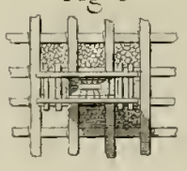


Fig. 6e.

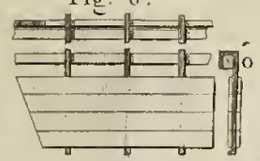


Fig. 7e. Profil de la Scie

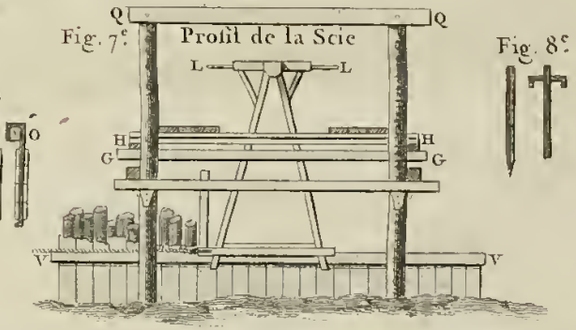
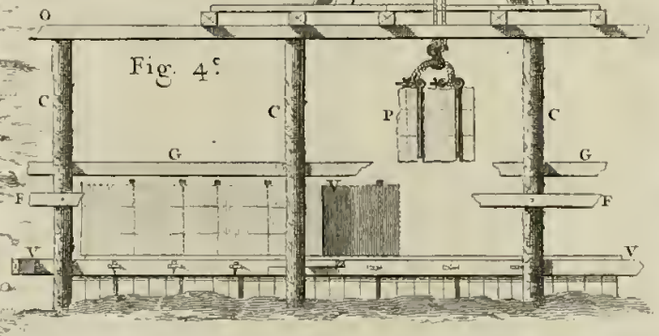


Fig. 8e.

Fig. 4e.



Scie vue sur sa longueur

Fig. 9e.

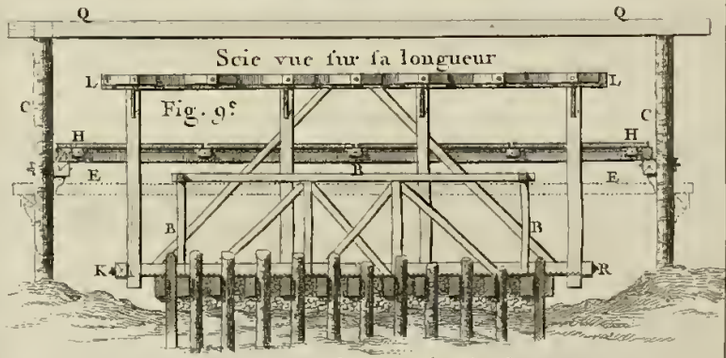
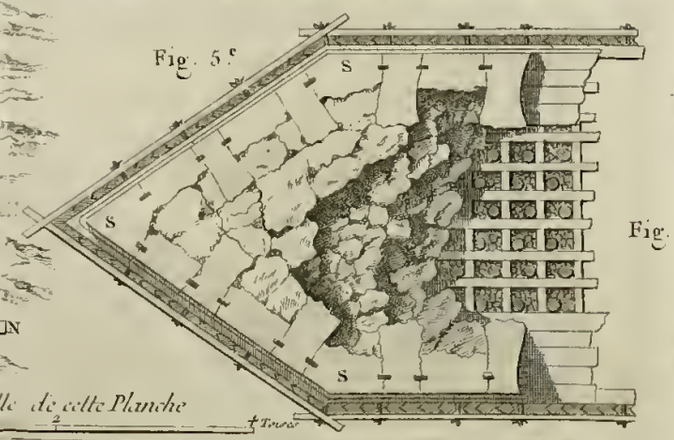
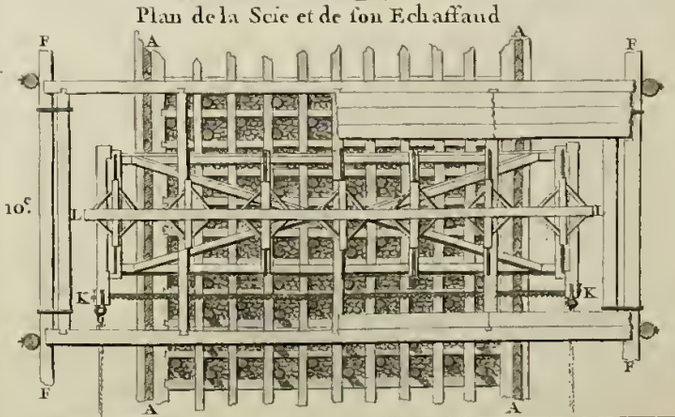


Fig. 5e.



Plan de la Scie et de son Echaffaud

Fig. 10e.



Echelle de cette Planche

Heraset Sculp. 1760.

TABLE DES MATIERES

Contenues dans le ſecond Volume.

LIVRE TROISIEME.

Où l'on enſeigne la conſtruction de tous les travaux qui appartiennent aux places maritimes.

CHAPITRE PREMIER.

Diſſertation ſur le flux & reflux de la mer, ſervant d'introduction aux travaux qui ſe font dans les places maritimes.

Nécessité de bien connoître les effets de la mer, pour y établir ſolidement des travaux de conſéquence. page 1

Obſervations faites dans pluſieurs ports de France, par ordre de M. le comte de Pont-Chartrain, miniſtre de la marine, d'où M. Caſſini a déduit que la lune eſt la principale cauſe du flux & reflux. 2

Définition du flux & reflux de la mer, & ſelon quel ordre ils arrivent chaque jour. 3

Les marées retardent chaque jour de quarante-huit minutes, d'où l'on déduit une regle pour ſavoir à quelle heure il ſera pleine mer un certain jour déterminé. 4

Les marées reviennent aux mêmes heures de quinze en quinze jours; mais celles du matin ſont les correſpondantes de celles du ſoir, & réciproquement. Ibid.

Raiſons qui montrent que la cauſe des marées dépend non-ſeulement de l'action de la lune, mais auſſi de celle du ſoleil. 5

Les marées ſont toujours aſſujetties à la même loi générale, malgré les accidens qui leur ſurviennent quelquefois; preuve de cette vérité. Ibid.

Hypotheſe de M. Deſcartes, qui attribue le flux à la preſſion que peut cauſer la lune, d'où il déduit pourquoi ce mouvement de la mer arrive en même tems ſur les deux points de la terre diamétralement oppoſés. 6

Sentiment de M. Newton, qui attribue le flux & reflux de la mer au plus ou moins d'attraction du ſoleil & de la lune; en quoi ſon ſyſtême eſt plus conforme à l'expérience que celui de M. Deſcartes. 7

On nomme établiſſement d'un port, l'heure à laquelle il eſt pleine mer

dans ce port le jour de la nouvelle & de la pleine lune, d'où l'on déduit l'heure des marées pour tout autre jour. page 8

Les grandes marées arrivent deux jours après le tems des syzigies, & les foibles dans les quadratures : leur différence est d'environ un tiers. 9

Calcul de M. Newton, par lequel il trouve que l'action du soleil sur l'Océan est à celle de la lune comme deux est à sept. 10

Les plus fortes de toutes les marées sont celles qui arrivent au tems des équinoxes, & les plus foibles au tems des solstices, & jamais elles ne sont si grandes que quand la lune se trouve dans son périgée. Ibid.

Le flux d'un même jour s'enfle plus ou moins, suivant la diversité des côtes. Exemple de ce qui arrive sur celles de Bretagne & d'Angleterre. 12

En pleine mer les eaux ne s'élevent point aussi haut que vers les côtes. Erreur de ceux qui ont prétendu qu'il n'y avoit plus de marée au-delà du soixantieme degré de latitude. Ibid.

L'arrivée des marées d'un même jour retarde d'autant plus dans les ports de la Manche, qu'ils sont plus éloignés de la mer du large, à quoi contribuent aussi les jettées qu'on y fait. 13

Suite de l'article précédent, à l'occasion des ports qui se trouvent reculés dans les terres, avec les attentions qu'il convient d'avoir aux circonstances du local. 14

Comparaison des effets du flux & reflux de la mer à ceux d'un grand fleuve qui se déborde en croissant & qui se retire ensuite. 15

Examen de ce qui arrive dans la mer Méditerranée à l'occasion du flux & reflux. 16

Le mouvement régulier des eaux dans le détroit de Messine & dans celui de Calcedoine est une preuve que la mer Mediterranée a un flux & reflux. Ibid.

Autre preuve tirée de ce que l'on remarque sur les rivages du golfe Adriatique. Il faut qu'une mer ait au moins cent cinquante lieues de largeur, nord & sud, pour que les marées y soient sensibles. 17

Foibles raisons de ceux qui attribuent à l'Océan les mouvemens réglés qu'on remarque dans la Méditerranée. Si certaines mers placées sous la zone torride n'ont point de flux & reflux, cela vient de ce qu'elles ont moins de capacité que n'en a le grand cercle de la lune. 18

La mer Rouge n'a de flux qu'au fond du golfe, ainsi qu'à son embouchure, & presque point vers le milieu. Ibid.

Pourquoi il y a des endroits de la mer où le flux ne paroît que tous les quinze jours, & en d'autres que tous les six mois. 19

Conjecture sur la cause des courans reguliers que l'on remarque entre les ropiques. Ibid.

Les courans qui n'arrivent que dans certains tems peuvent être attribués à l'action des vents qui regnent alors. 20

Particularité des courans que l'on remarque dans la Manche. Ibid.

Les vents peuvent beaucoup contribuer à augmenter la hauteur des marées, mais on ne peut en bien juger que par une longue suite d'observations. 21

De la division & du nom des vents, par rapport aux quatre points cardi-

naux. page 22
Il faut s'attacher à bien étudier les vents qui regnent dans un port, pour diriger en conſéquence les travaux qu'on veut y faire. 22

TABLE de l'établiſſement des ports, ou de l'heure que la pleine mer y arrive le jour de la nouvelle & de la pleine lune. 24

CHAPITRE II.

Comprenant une deſcription hiſtorique des ports les plus célebres établis par les anciens, pour juger des progrès de l'architecture hydraulique relativement à la marine.

Les Egyptiens & les Phéniciens ſont les premiers peuples qui ſe ſont diſtingués par le commerce maritime. 33
Deſcription du port de l'ancienne Tyr, avec ſa deſtruction par Nabuchodonoſor. Ibid.
Les Phéniciens ſe retirent dans une iſle où ils font un nouvel établiſſement. 34
Deſcription de la nouvelle Tyr. Ibid.
Sa deſtruction par Alexandre. 35
Les veſtiges qui reſtent de Tyr donnent lieu de croire que les Phéniciens ſe ſont beaucoup appliqués à l'architecture hydraulique. Ibid.
Origine des Carthaginois : leur accroiſſement & leur puiſſance. 36
Deſcription du port de Carthage. Ibid.
Deſcription de l'iſle Cothon. 37
Admirable diſpoſition de l'enceinte de Carthage : ſa deſtruction par les Romains. 38
Deſcription du golfe de Carthage la Neuve, aujourd'hui Carthagene. Ibid.
Situation de Carthage la Neuve, bâtie par Asdrubal. 39
Priſe de Carthage la Neuve par Scipion, qui ſe prévaut du flux & reflux de la mer, inconnu alors aux Romains. Ibid.
Deſtruction de cette ville par les Goths, & ſon rétabliſſement par Philippe II, roi d'Eſpagne. 40
Etabliſſement d'Alexandrie, & l'avantage de ſa ſituation pour le commerce. Ibid.
Deſcription du port d'Alexandrie, & du fameux Phare bâti par Ptolomée Philadelphe, roi d'Egypte. 41
Avantage particulier du port d'Alexandrie. Forces maritimes de Philadelphe. 42
Attention remarquable de Dinocrate, fameux architecte, en traçant les rues d'Alexandrie. Ibid.
Deſtruction de cette ville en 1250, par les François & les Venitiens. Ibid.

Exposé de la magnificence d'Athenes. page 43
Description des trois ports de cette ville construits par Themistocle. Ibid.
Naissance & accroissement de Pyrée, ville proche d'Athenes, à laquelle Themistocle a donné lieu. Ibid.
Sages réglemens de Themistocle pour accroître les forces maritimes d'Athenes. 44
Description de l'ancien port de Syracuse, assiégée par les Romains. Ibid.
Merveilleux effet des machines imaginées par Archimede, pour la défense de Syracuse. Sa destruction, arrivée en 1693 par un tremblement de terre. 45
Idée du Phare ou détroit de Messine. 46
Description du port de Messine. 47
Description du port de Rhodes. Ibid.
Remarque sur le môle élevé au nord de l'entrée de ce port. Ibid.
Description des trois enceintes & du colosse de Rhodes. 48
Description de l'ancien port de Tarente, dans le royaume de Naples. Prise de cette ville par les Romains. 49
Description du port de Brunduse, aujourd'hui Brindes, situé à l'embouchure du golfe Adriatique. Sa prise par les Romains. Ibid.
Les Romains ne se sont appliqués à la marine qu'au commencement de la guerre Punique. 50
Fondation de l'ancienne ville d'Ostie, à l'embouchure du Tibre, par Ancus Martius. 51
Description du port de Misene, construit par l'empereur Auguste, sous la conduite d'Agrippa. Ibid.
Description du port d'Ostie, formé par l'empereur Claude, pour procurer l'abondance à Rome. 52
Idée du port d'Ancône, construit par l'empereur Trajan. Ibid.

CHAPITRE III.

Description des ports les plus considérables établis par les modernes, avec des observations instructives sur ce qu'ils ont de particulier.

DESCRIPTION de la rade & du port de Naples. 53
Description du port de Ligourne. Ibid.
Description historique du port de Genes. 54
Description du port de Civita-Vecchia. Parallele de ce port avec celui que l'on fait à Nice. 55
Description du port de Nice. Ibid.
Description historique du port de Toulon. 56
Description de la rade de Toulon, rapportée pour exemple comme une des meilleures qu'il y ait. 57
Origine de Marseille. 58

Deſcription de la rade & du port de Marſeille. page 58
Deſcription du port d'Antibes. 59
Deſcription de la rade & du port de Gibraltar. 60
Deſcription du port de Malthe. Ibid.
Origine de l'établiſſement de Cadix. 62
Situation de l'iſle de Cadix. Ibid.
Deſcription du port & de la rade de Cadix. Ibid.
Obſervation ſur la différence des ports de la Méditerranee avec ceux de l'Océan. 63
Deſcription du port de Rochefort. Défaut de ceux qui ſont aſſis à l'embouchure des rivieres. Ibid.
Deſcription de la rade & du port de Breſt. 64
Obſervation ſur les inconvéniens de la navigation de la Manche. Ibid.
Deſcription de la rade de Cherbourg. Projet pour la rendre capable de couvrir des armées navales. 65
Deſcription de la baye de la Hougue. 66
Projet pour conſtruire un port royal à la Hougue. Ibid.
Second projet pour la Hougue, préférable au précédent. 67
Remarque ſur les avantages que la France retireroit d'un port bâti à la Hougue. Ibid.
Situation de Grandville, avec la deſcription des travaux qu'on y fait actuellement pour en bonifier le port. 68
Obſervation ſur le cours des marées qui facilitent l'entrée & la ſortie du port de Grandville. 69
Heureuſe diſpoſition des côtes d'Angleterre, par rapport à la marine. Ibid.
Avantage des Provinces-Unies, d'avoir de groſſes rivieres répondant à leurs ports principaux. 70
L'Amérique comprend auſſi de très-beaux ports. Deſcription des bayes de Porto-Bello & de Carthagene. Ibid.
Deſcription de la baye de Rio-Janeiro. Ibid.
Autres bayes que l'on rencontre en ſuivant le même rivage vers le nord. 71
Deſcription de la baye de Chedaboucton. Ibid.
Deſcription de la baye de la Heve. Ibid.
Deſcription de la baye de Chibouctou, une des plus belles qu'il y ait pour former un port royal. 72
Remarque ſur les iſles Royales & de Terre-neuve. Concluſion de ce chapitre. Ibid.

CHAPITRE IV.

Des qualités propres aux ports de mer pour être ſenſés accomplis, d'où l'on déduit des maximes tendant à perfectionner ceux qui n'ont pas le même avantage.

L'IMPORTANCE d'un port dépend eſſentiellement de ſa ſituation. page 73
Avantage d'un port ſitué de maniere à pouvoir en impoſer à une puiſſance voiſine. Ibid.
Autre poſition également avantageuſe d'un port, lorſqu'il ſe trouve ſur la côte d'une puiſſance ennemie. Ibid.
Conſéquence d'un port ſitué ſur une côte fréquentée par le plus grand nombre des nations commerçantes. 74
Avantage d'un port ſitué à l'embouchure d'un détroit. Exemple tiré des Dardanelles. Ibid.
La bonté d'un port dépend de l'heureux concours de l'air, de l'eau, & de la terre. Remarque par rapport aux vents ou à l'air. 75
Quels ſont les avantages qui dépendent de l'eau & de la terre. Ibid.
Obſervation ſur la conduite des anciens dans le choix des endroits propres à l'établiſſement des ports, & ſur le ſoin qu'ils prenoient de les perfectionner. 76
On ne parvient à bonifier un port qu'autant que la nature l'a favoriſé dans les parties eſſentielles. Réflexions ſur l'importance de faire un bon uſage des fonds de l'état deſtinés aux ports de mer. 77
Défaut des ports de l'Océan qui n'ont que peu ou point d'eau à marée baſſe. Néceſſité d'y avoir des baſſins pour y tenir toujours les vaiſſeaux à flot. Ibid.
Maxime ſur la poſition des baſſins, eu égard à l'entrée du port. 79
Inconvénient des ports ou rades qui ont un trop grand flux. Ibid.
Quelles doivent être les qualités principales d'une bonne rade, eu égard à ſon fond & à ſon entrée. Ibid.
Remarque ſur les courans qui ſe portent vers l'entrée d'une rade. 79
Avantage des radés qui vont en pente depuis le fond juſqu'à leur entrée, & qui ſont accompagnées d'éminences qu'on apperçoit de loin à la mer. Ibid.
On peut, à l'imitation des anciens, abrier les rades qui ne le ſont qu'en partie. Ibid.
Préjudice que peuvent cauſer aux ports de la Méditerranée les petites rivieres qui s'y déchargent. Avantage qu'on en tire ſur l'océan. Différence de ces deux mers, eu égard à la facilité d'y élever des travaux. 80
Lorſqu'un port royal ſe trouve également propre au commerce, il convient de ſéparer le département de la marine d'avec ce qui a rapport aux intérêts des négocians. 81

Inconvénient de certains ports où il ſe rencontre des vers préjudiciables à la conſervation des vaiſſeaux. page 81
Moyen de ſe garantir du dommage que cauſent les mêmes vers. Ibid.
Maxime ſur les fortifications propres à défendre l'entrée d'un port. 82
Néceſſité d'étudier les places maritimes pour acquérir les connoiſſances propres à perfectionner les ports. Ibid.
Cauſe la plus ordinaire de l'encombrement des ports. 83
Préjudice que peut cauſer à un port l'embouchure des rivieres qui n'en ſont pas fort éloignées. Exemple tiré des effets du Rhône ſur le port de Bouc. 84
Evénement ſingulier d'une irruption du Rhône. Ibid.
Suites fâcheuſes de la nouvelle embouchure du Rhône. Ibid.
Preuve que le canal de Lône eſt la principale cauſe de l'encombrement du port de Bouc. 85
Moyens d'empêcher le dommage que cauſe l'embouchure actuelle du Rhône, & de rendre floriſſant le commerce qui ſe fait par ce fleuve. Ibid.
Remarque ſur les ports ſitués à l'embouchure des Rivieres. Défaut de la Loire, eu égard à la ville de Nantes. 86
Les maximes qui appartiennent aux ports royaux, ou du premier ordre, peuvent également s'appliquer à ceux d'une moindre conſéquence. 87

CHAPITRE V.

De la conſtruction des jettées de faſcinage & des forts de charpente ſervant à les défendre.

MAXIMES ſur la maniere de bien diriger les jettées & les courans formés par les ecluſes de chaſſe. 88
Il faut que la tête de la jettée qui reçoit intérieurement le cours des marées ſoit portée plus en avant que l'autre, pour faciliter l'entrée du chenal, 89
Autre motifs qui peuvent encore engager à prolonger une jettée plus que l'autre. Ibid.
Lorſqu'un chenal ſe trouve dans la direction des marées, & que les vaiſſeaux qui ſont dans le port peuvent en être tourmentés, il faut un peu courber les jettées, pour qu'elles modifient la violence du courant. 90
Maxime ſur l'intervalle qu'il faut donner aux jettées vers leur naiſſance & à l'embouchure du Chenal. Ibid.
Pour creuſer le chenal du port de Dunkerque, on a commencé en 1769 à y élever des jettées de faſcinage qui ont facilité par la ſuite celles qu'on a faites avec des coffres de charpente remplis de pierres. 91
Il faut que l'épaiſſeur des jettées de faſcinage ſur leur baſe, ſans y comprendre les risbermes, ſoit triple de leur hauteur. Ibid.
Comme la hauteur des jettées doit augmenter à meſure qu'elles ſont pouſſées plus avant dans la mer, il faut y avoir égard en les traçant, pour aug-

menter l'épaiſſeur de leur baſe à proportion. page 92

Détail pour la conſtruction des jettées de faſcinage, avec les attentions qu'il faut avoir en les élevant. Ibid.

Pour empêcher que l'action de la mer ne détruiſe les travaux de faſcinage, il faut en couvrir la ſurface par un grillage dont les compartimens ſe rempliſſent de pierres. 93

Le pied des jettées doit être garanti des affouillemens que peut cauſer la mer ou le courant que lâcheront les écluſes, par des risbermes travaillées avec ſoin. 94

On enfonce le long des bords du chenal, au pied des jettées, des pilots de garde pour les mettre à couvert du choc des vaiſſeaux, & en même tems afin de conſtruire un pont qui puiſſe faciliter le halage. Détail de ce pont. Ibid.

Explication des forts Vert & de Bonne-Eſpérance, qui défendoient la tête des jettées de Dunkerque. 97

Maniere de préparer le terrein ſur lequel on veut élever un fort de charpente. Dimenſion qu'il faut donner aux pilots. 99

On doit diriger les files de pilots de maniere qu'elles n'offrent que le moins de priſe qu'il eſt poſſible au courant des marées. Ibid.

Pour aſſurer & garantir le pied des pilots contre les affouillemens, il faut les lier enſemble par des ventrieres & des cleſs poſées ſur le faſcinage, afin de donner lieu à un grillage dont les compartimens ſe rempliſſent de pierres. 100

Suite de l'aſſemblage de la charpente pour la conſtruction d'un fort. Ibid.

Deſcription du Château-Gaillard qui défendoit la jettée d'eſt à Dunkerque, avec ce qu'on a obſervé en le conſtruiſant. 101

Obſervation ſur la maniere d'aſſurer les paliſſades qui enveloppent le pied d'un fort, pour qu'elles puiſſent ſe ſoutenir contre les reſſacs de la mer. 102

On ne doit jamais enfoncer de pilots dans un terrein ſujet au cours des marées, ſans en garantir le pied par pluſieurs lits de faſcinage piquetés & clayonnés. Ibid.

CHAPITRE VI.

Des jettées faites en coffres de charpente remplis de pierres.

ANECDOTE de ce qui s'eſt paſſé à Dunkerque, lorſqu'il fut queſtion de conſtruire les jettées avec des coffres remplis de pierres. 104

Maximes ſur la conſtruction des jettées de charpente. Ibid.

Diſpoſition qu'on donne aux pilots ſervant à ſoutenir les travées dont les jettées de charpente ſont compoſées. 105

Explication des pieces de charpente qui entrent dans la compoſition d'une travée, pour en faire voir l'aſſemblage. 106

Autre maniere de compoſer les fermes pour les jettées de charpente, quand elles ont plus de hauteur que la précédente. 107

Examen

Examen de la méchanique qui regne dans la charpente des profils précédens. page 108
Réflexion sur le bon emploi des bois de charpente en général. 109
Méthode pour former des jettées de charpente dans des endroits où la mer a beaucoup de profondeur. Ibid.

Devis pour la conſtruction des jettées faites en coffres de charpente remplis de pierres.

Inſtruction ſur la maniere d'établir la baſe des jettées de charpente. 110
Dimenſions & façon des pieces qui entrent dans la compoſition des jettées de charpente. 111
Obſervation ſur les tenons, mortoiſes, renfores, embrevemens & autres entailles eſſentielles à la ſolidité de l'ouvrage. 112
Détail au ſujet des ferrures ſervant à fortifier l'aſſemblage des jettées de charpente. 113
Maniere d'employer la pierre dont les coffres des jettées doivent être remplis. 114
Détail ſur le faſcinage qui entre dans la compoſition des jettées de charpente. Ibid.
Conditions auxquelles doit être aſſujetti l'entrepreneur chargé de l'exécution des jettées de charpente. 115
Eſtimation de la quantité de charpente, ferrure, pierres & faſcines qui entrent dans une travée des mêmes jettées. 117

CHAPITRE VII.

De la conſtruction des jettées & digues de maçonnerie, à l'imitation de celles qui ſont exécutées à Cherbourg & à la barre de Bayonne, ſuivie de la deſcription des pontons & radeaux dont on ſe ſert pour diriger le courant des eaux que lâchent les écluſes deſtinées à curer les ports.

SECTION PREMIERE.

Où l'on enſeigne de quelle maniere ont été conſtruites les jettées faites au port de Cherbourg.

MAXIMES ſur la maniere de bien établir les jettées de maçonnerie. 119
Explication des profils qui ont ſervi à diriger les jettées du port de Cherbourg. Ibid.
Maniere d'encaiſſer la fondation des jettées de maçonnerie. 120

Méthode de fonder à la mer lorſqu'elle eſt baſſe, ſans le ſecours des batardeaux. page 121
Dimenſion qu'on a ſuivie en conſtruiſant les jettées de Cherbourg. Excellent mortier compoſé de chaux faite de coquillages. Ibid.
De quelle maniere ont été couronnées les jettées de Cherbourg. 122
Conſtruction des risbermes faites le long des jettées de Cherbourg. 123

SECTION II.

Des digues ou jettées conſtruites à l'embouchure de la Doure, pour déboucher cette riviere.

Cauſe principale des barres qui ſe forment à l'embouchure des rivieres. Exemple tiré de celle de Bayonne. Ibid.
Néceſſité de retrécir l'embouchure d'un fleuve par des jettées, pour rendre la vîteſſe du courant capable d'empêcher les attériſſemens. 124
Aſſemblée des plus habiles gens de la marine, faite ſur le bord de la mer, pour déterminer la direction qu'il falloit donner aux jettées. Ibid.
Réſultat de l'aſſemblée précédente. 125
Méthode qui a été ſuivie pour fonder les mêmes jettées, ſans faire de batardeaux ni d'épuiſemens. 126
De quelle maniere on a établi le maſſif des fondemens faits à pierres perdues pour les jettées de Bayonne. Ibid.
Maniere de lier enſemble les travées qui entrent dans la fondation des jettées. 127
Détail de ce qui a été ſuivi en élevant les jettées précédentes juſqu'à leur couronnement. 128
Obſervation ſur les fautes qu'on a faites en conſtruiſant les mêmes jettées. 129
Apologie de ceux qui font travailler dans la mer. 130

SECTION III.

Des radeaux & pontons pour faciliter le curement des ports ſitués ſur l'Océan.

Obſervation ſur la maniere de curer les ports par le jeu des écluſes. 131
Deſcription d'un radeau en uſage au Havre de Grace, pour faciliter le nétoiement du port. Ibid.
Détail & dimenſion des pieces de charpente qui entrent dans la compoſition de ce radeau. 132
Autre détail ſur ce qui appartient à la méchanique de ce radeau. Ibid.
Maniere de ſe ſervir du même radeau, en le poſant dans une ſituation inclinée. 133
Deſcription d'un ponton employé autrefois à Dunkerque pour faciliter

le curement du port. page 133
Remarque ſur la maniere de diriger les courans des écluſes de chaſſe pour le netoiement d'un port. 134

CHAPITRE VIII.

Des forts ou risbans de maçonnerie conſtruits dans la mer pour la défenſe d'un port, à l'imitation de ce qui a été exécuté à Dunkerque; ſuivi d'une deſcription de la tour de Cordouan, & de quelques autres fanaux.

SECTION PREMIERE.

Où l'on décrit ce qui a été exécuté pour la conſtruction du risban de Dunkerque.

EXPOSÉ des avantages que le risban de Dunkerque tiroit de ſa ſituation. 135
Deſcription de la tour de ce risban. 136
Deſcription des bâtimens civils & militaires qui ſervoient à la garniſon. Ibid.
Etabliſſement de la risberme qui fut faite autour de ce fort, avant que d'entamer ſa fondation. 137
Détail ſur la conſtruction de la même risberme. Ibid.

Devis de M. de Vauban pour la conſtruction du risban de Dunkerque. 138
Etabliſſement de la fondation du revêtement. 139
Détail ſur ce qui a été obſervé en élevant cette maçonnerie. Ibid.
Autre détail ſur ce qui a été ſuivi à l'égard de l'épaiſſeur du même revêtement. 140
Conſtruction du parapet & de ſes embraſures. Ibid.
Dimenſions qui ont été obſervées en conſtruiſant le revêtement, pour le rendre conforme au profil. 141
Détail ſur ce qui regarde le parement intérieur & la conſtruction des contre-forts. Ibid.
Poſition des guérites de maçonnerie, & de la porte pour l'entrée du fort, avec ce qui a été obſervé en la conſtruiſant. 142
Des égouts & gargouilles ménagés dans l'épaiſſeur du rempart pour l'écoulement des eaux. Ibid.
Etabliſſement des bâtimens adoſſés au rempart, du puits & de la citerne. 143
Obſervation ſur le déblai & le remblai des terres qui ont eu lieu dans le cours de la conſtruction du fort. 144
Maniere dont les terres ont été employées pour former le corps du rem-

part. page 144
Position des escaliers pour monter sur le rempart. Ibid.
Sujétion de l'entrepreneur à l'occasion des bâtimens civils de ce fort. 145
Observation sur la maniere de garantir des avaries d'une grosse mer les ouvrages qu'on veut y fonder. Ibid.

SECTION II.

Où l'on décrit le fort de revers & le fort blanc, construits anciennement pour la défense du port de Dunkerque.

Raisons qui ont engagé de construire la batterie ou fort de revers. Avantage de sa figure, eu égard à sa position. 146
Description des principales parties de ce fort. 147
Description d'une balise ou bouée flottante. Ibid.
Raisons qui ont obligé de construire le fort blanc de Dunkerque dans la position où il étoit. Ibid.
Description de ce fort, avec ses principales propriétés. 148
Description d'un fort de maçonnetie qui avoit été projetté pour être construit en la place de celui de charpente, qu'on nommoit de bonne-espérance. 149
Inconvéniens des forts de charpente. 150
Remarques sur le projet précédent, & en général sur les forts bâtis à la mer. Ibid.

SECTION III.

Description de la tour de Cordouan.

Position & importance de la tour de Cordouan. 151
Histoire & description de cette tour. 152
Accident arrivé à la lanterne de cette tour, & de quelle maniere on l'a réparé. 153
Détail de ce qui a été suivi pour la construction de la nouvelle lanterne qu'on y voit présentement. 154
Description de deux autres fanaux plus simples que le précédent. Ibid.

CHAPITRE IX.

Comprenant une deſcription détaillée des machines pour approfondir les ports de mer, principalement de celle qui eſt employée à Toulon.

Le port de Toulon eſt auſſi propre à ſervir d'exemple pour les travaux qui ſe font dans la Méditerranée, que celui de Dunkerque l'a été à l'égard de ceux faits dans l'Océan. 156

Deſcription de la machine en uſage à Toulon pour curer & approfondir le port. Ibid.

Expoſé de la méchanique de cette machine lorſqu'elle travaille. 157

Attention qu'il faut avoir en plaçant la même machine, pour qu'elle agiſſe rondement. 158

Développement de la cuilliere, & la maniere de s'en ſervir. Ibid.

A quoi ſe réduit l'équipage de cette machine, avec ce que gagne par jour chacun de ceux qu'on emploie à Toulon. 159

Quel eſt ſon effet par jour, relativement à la profondeur de l'eau & aux differentes ſaiſons de l'année. 160

Cette machine peut être auſſi employée fort utilement pour creuſer des tranchées, ou les parties d'un canal de navigation, dans un terrein marécageux, à une profondeur où l'on ne pourroit parvenir autrement. Ibid.

Noms & dimenſions des pieces de charpente qui entrent dans la compoſition de cette machine, avec un état de ſa dépenſe. 161

Devis d'une des dernieres machines conſtruites dans l'arſenal de Toulon pour creuſer le port. *Ibid.*

Etat de la dépenſe pour la conſtruction d'une machine à creuſer, en uſage au port de Toulon. 163 *& ſuivantes.*

Deſcription d'une pareille machine exécutée à Breſt pour en curer le port, mais qui eſt capable d'un effet plus conſidérable. Ibid.

Autre machine deſtinée à la même fin que les précédentes, mais dont la méchanique eſt différente. Ibid.

CHAPITRE X.

Des fondations faites à pierres perdues, ou par enrochement.

La maniere de fonder par enrochement étoit fort en uſage chez les anciens. Diviſion de ce chapitre. page 168

SECTION PREMIERE.

Des fondations faites à pierres perdues.

Maximes ſur l'établiſſement des môles, pour prévenir tout inconvénient. Ibid.

Maniere de tracer ſur la ſurface de la mer les travaux qu'on y veut fonder. 169.

Deſcription & uſage des pontons ſervant à tranſporter les blocs de pierres pour former un enrochement. 170

Regle ſur la maniere de déterminer la largeur de la baſe d'un môle, relativement à la profondeur de l'eau. 171

Dans la Méditerranée, la mer n'eſt point agitée, même dans un gros tems, à la profondeur de douze à quinze pieds au-deſſous de ſa ſurface. Ibid.

Maniere de faire un bon emploi des pierres pour compoſer un enrochement ſolide. 172

Le limon & les coquillages que la mer dépoſe dans les vuides que laiſſent les pierres, font que dans la ſuite des tems elles ſe lient de la maniere la plus ſolide. 173

Il faut, après avoir formé un enrochement, le laiſſer repoſer pendant un an, pour lui donner le tems de s'affaiſſer, avant que de rien bâtir deſſus. Ibid.

Préparation pour diſpoſer le ſommet de l'enrochement à recevoir la maçonnerie qui en doit faire le couronnement. 174.

Attention qu'il faut avoir en conſtruiant la maçonnerie de la plate-forme d'un môle ou d'une jettée. Ibid.

Méthode qu'il faut ſuivre pour élever ſur un enrochement l'enceinte d'un port ou quelqu'autre ouvrage conſidérable. 175

Attention qu'il faut avoir pour garantir des houles de la mer, le pied de l'enceinte élevé ſur un enrochement. Avantage que l'on peut tirer des contreforts pour mettre les batteries à l'épreuve de la bombe. 176

De quelle maniere on doit terminer les extrêmités des môles pour former l'entrée du port qu'ils renferment. Ibid.

Grande entrepriſe des Hollandois pour conſtruire par enrochement un môle dans la baye du Cap de Bonne-Eſpérance. Sage conduite de la république à cet égard. 177

SECTION II.

De la maniere d'employer le beton pour les fondations faites au fond de l'eau, sans batardeaux ni épuisemens.

Idée générale de la maniere d'établir dans la mer avec de la maçonnerie de beton les fondemens d'un fort, d'un fanal, ou d'une jettée. page 178
Détail sur la construction du coffre servant à recevoir & à former la maçonnerie de beton. 179
Regle générale sur la maniere de déterminer la largeur qu'il faut donner au coffre précédent selon la profondeur de l'eau. 180
Autre regle pour déterminer selon la profondeur de l'eau l'intervalle des pilots qui soutiendront le même coffre. Ibid.
Détail sur la maniere d'employer les palplanches de ce coffre. 181
Description & usage de la machine à cuilliere servant à enlever la vase & le mauvais terrein qui peuvent se trouver au fond du coffre. 182
La machine précédente peut être employée très-utilement pour creuser des tranchées fort profondes dans un mauvais terrein où l'on voudroit établir les fondemens de quelques ouvrages considérables. 183
Quand on établit avec de la maçonnerie de beton la fondation d'un mur qui a une poussée à soutenir, il faut la faire assez épaisse pour pouvoir se passer de contreforts. Ibid.
Expédient qu'il faut suivre, lorsque le bon fond se trouve à une trop grande profondeur pour pouvoir y atteindre avec la machine précédente. 184
Description de la machine servant à plonger le beton, pour qu'il ne perde point de son onction en traversant l'eau. Ibid.
Composition du mortier de beton, conformément à ce qui a été fait de mieux pour les ouvrages exécutés à Toulon. 185
Maniere d'employer le mortier de beton avec la pierre, pour former le corps de la maçonnerie. 186
La maçonnerie de beton est la meilleure de toutes celles qu'on peut employer pour bâtir dans l'eau sans batardeaux ni épuisemens. 187
Lorsqu'on a une longue fondation à faire, il ne faut l'entreprendre que par parties, afin de ne point donner trop de prise à la mer. 188
Méthode qu'il faut suivre pour exécuter selon les pratiques précédentes un grand ouvrage qui auroit beaucoup d'étendue en longueur & en largeur. 189
Détail sur la composition de la maçonnerie de beton. Ibid.
Autre détail sur le progrès de la même maçonnerie, relativement au tems du travail & à la quantité de monde qu'il faudra y employer. 190

CHAPITRE XI.

De la maniere de fonder en pleine mer & dans les fleuves, par encaiſſement & à ſec.

DIVISION de ce chapitre en trois ſections, dont chacune comprend une méthode particuliere de fonder par encaiſſement. page 191

SECTION PREMIERE.

Où l'on enſeigne ce qui a été ſuivi à Toulon, pour la conſtruction d'un quai & d'une cale fondée à ſec par encaiſſement.

Maniere d'applanir le fond ſur lequel on veut fonder par encaiſſement. 192

Deſcription des caiſſes dont on s'eſt ſervi à Toulon pour fonder le revêtement du quai de l'hôtel de ville. Ibid.

Etabliſſement de la maçonnerie dans les caiſſes, de maniere à pouvoir en lier toutes les parties. 193

Sujétion à laquelle il faut avoir égard pour bien conduire ce travail. Ibid.

Maniere de joindre les différens maſſifs de maçonnerie, pour qu'ils ne compoſent plus enſemble qu'un ſeul corps. 194

Explication des figures appartenant au môle fait par encaiſſement au nouveau port de Nice. Ibid.

Deſcription d'une cale, avec la manœuvre pour tirer un vaiſſeau à terre. Ibid.

Il faut que la hauteur du plan incliné que forme une cale ſoit la quatorzieme partie de ſa baſe, & que cette cale ſoit prolongée aſſez avant dans la mer pour que ſon extrêmité puiſſe être ſurmontée de ſeize à dix-ſept pieds d'eau. 195

Détail de ce qui a été ſuivi à Toulon pour la conſtruction d'une cale faite par encaiſſement. 196

Moyen pour contenir les caiſſes dans l'alignement qu'on veut qu'elles ſuivent. 197

Avantage de la méthode précédente pour aſſurer la ſolidité de l'ouvrage. Ibid.

La maçonnerie d'une cale demande d'être travaillée avec plus de ſoin qu'aucune autre eſpece d'ouvrage. 198

SECTION II.

Où l'on décrit de quelle maniere on a fondé par encaiſſement les piles du pont de Weſtminſter.

Ce qui a été exécuté pour fonder les piles du pont de Weſtminſter peut être appliqué dans nombre d'autres cas dépendans de l'architecture hydraulique. page 198

Expoſé des principales circonſtances qui peuvent donner connoiſſance de l'endroit où l'on a établi ce pont. 199

Inconvénient que l'on eût rencontré ſi l'on avoit voulu fonder à ſec les piles de ce pont. Ibid.

Explication de l'échafaut qui fut fait pour lancer les caiſſes à l'eau. 200

Deſcription détaillée des caiſſes qui ont ſervi à établir la fondation des piles. 201

De quelle maniere on a fait uſage de la machine à battre les pilots, imaginée par M. Vauloué, décrite dans l'article 301 & les ſuivans. 202

Préparation du terrein pour aſſeoir les piles. 203

Sage précaution pour préſerver l'ouvrage, par le moyen des pilots de garde, des accidens qui auroient pu lui arriver. Ibid.

De quelle maniere les caiſſes ont été conduites & fixées dans l'endroit où elles devoient reſter. 204

Expoſé des opérations qu'on a fait pour s'aſſurer de la juſte poſition des caiſſes. Ibid.

Quelle eſt la conduite qu'on a tenue, relativement au flux & reflux de la mer, pour la conſtruction des piles. 205

SECTION III.

Comprenant des remarques pour les fondations faites à ſec par encaiſſement, ſelon les méthodes précédentes, & auſſi avec des caiſſes priſmatiques.

Réflexion importante ſur la maniere de fonder par encaiſſement, à l'occaſion de l'accident arrivé à une des piles du pont précédent. 206

Néceſſité indiſpenſable de piloter un fond équivoque, ſur lequel on veut aſſeoir un ouvrage de conſéquence. Ibid.

Moyen de fonder avec des pilots, ſans être obligé de les récéper, lorſqu'on eſt dans le cas de travailler dans l'eau. 207

Nouvelle maniere de fonder dans l'eau avec des caiſſes priſmatiques remplies de mortier de beton. 209

Méthode qu'il faut ſuivre pour arranger les caiſſes juſqu'à la hauteur de la plate-forme qu'elles doivent former. Ibid.

Autre méthode de fonder dans l'eau moyennant un nombre de grilles compoſées d'arbres & de cailloutage. 219

CHAPITRE XII.

Des édifices appartenans aux ports de mer, principalement des formes.

DÉNOMBREMENT des principaux édifices néceſſaires dans un port royal. page 212

Deſcription d'une des formes de Marſeille, pour la conſtruction des galeres. 213

Deſcription de la double forme de Rochefort pour le radoub des vaiſſeaux du premier rang & la conſtruction des autres inférieurs. 214

Réparation faite à la même forme depuis l'année 1720, pour la rendre plus étanche. 216

SECTION PREMIERE.

Comprenant des maximes ſur l'établiſſement des formes dans les ports de l'Océan.

Il faut que la grandeur des formes ſoit réglée ſur la force des plus gros navires qu'on y fabriquera ou qu'on voudra y faire entrer. Ibid.

Pour maintenir une forme à ſec, il faut que ſa plate-forme ſoit un peu plus élevée que les baſſes marées des mortes eaux, obſervant que les vaiſſeaux du premier rang non leſtés, ne tirent que dix-ſept pieds d'eau. Ibid.

Pour rendre étanches les portes d'une forme, on les garnit de friſe, ce qui ne ſe peut faire que le radier ne ſoit à ſec. 217

Il y a des endroits où le rapport de la vaſe empêche qu'on ne puiſſe ouvrir les portes d'une écluſe quand elles ont reſté long-tems fermées. Inconvénient de la méthode d'aſſeoir le radier trop bas. Ibid.

Défauts de la forme de Breſt, qui ſont cauſe qu'elle n'eſt que d'un médiocre uſage. 218

Dimenſions qu'il convient de donner aux formes deſtinées aux vaiſſeaux du premier rang. 219

Obſervation importante pour éviter les grands épuiſemens d'eau en creuſant une forme dans les ports de l'Océan, ou un baſſin pour tenir les vaiſſeaux à flot. 220

Maniere d'établir la fondation d'une forme ſur un mauvais terrein. Ibid.

Méthode de diminuer la capacité du fond d'une forme pour la rendre plus étanche. Maniere de faire cette diminution, ſans réduire celle du tirant d'eau des vaiſſeaux. 221

Avantage que les portes de la forme tireront de cette méthode. 222

Remarque ſur la conſtruction du buſc de l'écluſe qu'il faudra aſſujettir à la diſpoſition précédente. Ibid.

Avantages que l'on tirera des formes conſtruites ſelon l'expoſé précédent. page 223

Les changemens que l'on vient de propoſer de faire aux formes, peuvent donner lieu à les perfectionner. Ibid.

SECTION II.

De la conſtruction des formes pour les ports de la Méditerranée, pincipalement de celles qui ſont à l'uſage des galeres.

Dimenſions qu'il convient de donner aux formes deſtinées pour la conſtruction & le radoub des galeres. 224

Extrait du devis qui a été ſuivi pour la conſtruction des formes de Marſeille. 225

Suite du même devis pour les parties de la forme élevées au-deſſus de la fondation. Ibid.

Etabliſſement des colonnes pour ſoutenir le toît de la forme ci-deſſus. 226

Détail ſur ce qui appartient au portique & au toit de la même forme. Ibid.

On fait, à l'entrée des formes deſtinées aux galeres, un pont flottant pour entretenir la communication du quai. 227

Autre maniere de pont qu'on peut exécuter à l'entrée des formes & baſſins établis ſur l'Océan. Ibid.

Expoſé des difficultés qu'on rencontreroit dans les ports de la Méditerranée, ſi l'on y conſtruiſoit des formes pour les vaiſſeaux du premier rang. 228

Nouvelle maniere de forme projettée par pluſieurs ingénieurs pour les ports de la Méditerranée. Ibid.

Inconvénient inſéparable des formes précédentes. 229

Cas où cette forme pourroit avoir lieu d'une maniere moins incommode. 230

Le plus grand défaut de la même forme ſeroit d'avoir des portes ſi hautes qu'il ne ſeroit pas poſſible de les manœuvrer. Ibid.

Dans les ports de la Méditerranée, les cales ſont préférables aux formes pour la conſtruction & le radoub des grands navires. Ibid.

Maniere de conſtruire des cales de charpente, comme il s'en rencontre dans les Pays-Bas. 231

Deſcription des foſſes aux mâts exécutés à Rochefort. Ibid.

Maniere de maintenir au fond de l'eau les mâts proviſionels qu'on veut conſerver. 232

CHAPITRE XIII.

De la maniere de faire uſage du cours des eaux dans les opérations de la guerre des ſieges & de campagne.

UTILITÉ de ce chapitre pour les ingénieurs & les officiers généraux. page 233

SECTION PREMIERE

Où l'on décrit quelques écluſes propres à former des inondations, appliquées à la défenſe de Menin avant ſa démolition.

Deſcription d'une des plus belles écluſes de la fortification de Metz, pour former des inondations. 234
Raiſon qui a engagé d'élever le radier de cette écluſe au-deſſus du lit de la riviere. Ibid.
Conſtruction de la berme qui garantit la fondation de la même écluſe du côté de la retenue des eaux. 235
Il faut proportionner la largeur des écluſes à la quantité d'eau qu'on eſtime devoir y paſſer dans les plus grandes crues. 236
Avantage des poutrelles : elles ſont préférables aux vannes pour les écluſes deſtinées aux fortifications. Ibid.
Deſcription de la porte d'eau de l'entrée de la Seille dans Metz. Ibid.
Il faut ménager des couliſſes pour faire plutôt trois rangées de poutrelles que deux, afin d'aſſurer la retenue des eaux. 237
On ſe ſert très-utilement des ponts de pierre qui ſont dans l'intérieur des villes de guerre, pour cauſer des inondations. Ibid.
Exemple tiré de la ville de Menin pour montrer comment ſe forment les inondations deſtinées à la défenſe des places. Ibid.
Seconde inondation qui avoit encore lieu à Menin. 238
De quelle maniere on pouvoit faire circuler l'eau autour de la même place. Ibid.

SECTION II.

Comprenant l'art de faire uſage des eaux dans la guerre offenſive & défenſive, accompagné d'un nombre d'exemples d'occaſions mémorables où l'on s'en eſt ſervi avec ſuccès.

Il faut fortifier les places de guerre relativement à la nature du terrein.

On tire peu de connoiſſances à ce ſujet des auteurs qui ont écrit ſur la fortification. page 239

Avantage que l'on peut tirer de l'examen des places fortes de l'Europe pour acquerir des idées ſupérieures ſur la fortification. Ibid.

Faute de connoître le bon uſage qu'on pouvoit faire des eaux, nombre de places aſſiégées ſe ſont mal défendues. Exemple tiré de Tournay en 1709. 240

Autres exemples tirés du ſiege de Fribourg en 1744, & de celui d'Aire en 1710. Importance de ſavoir bien juger du fort & du foible d'une place. Ibid.

Accident arrivé au ſiege de Douay en 1712, pour n'avoir pas prévu les chaſſes d'eau que les aſſiégés pouvoient lâcher. 241

On peut auſſi former utilement des inondations dans la guerre de campagne & pour la défenſe d'un pays. 242

Fait mémorable arrivé à Leyde, aſſiégé par les Eſpagnols en 1574. Ibid.

Cette place eſt ſecourue par un étrange effet des inondations. 243

Evenement pareil au précédent, arrivé en 1585 au ſiege d'Anvers par Alexandre Farneſe. Ibid.

Remarque ſur la guerre de Hollande en 1672, à l'occaſion des écluſes de Muyden. 244

On peut dans certains cas faire refluer les eaux d'une riviere pour prendre les places. Exemple tiré du ſiege de la Fere par Henri IV, en 1595. 245

Autre exemple arrivé, en 1673, au ſiege de Coewerden par l'évêque de Munſter. 246

Attention ſur la poſition des troupes placées en quartier d'hiver, à l'occaſion des inondations qu'elles peuvent eſſuyer. Exemple de ce qui eſt arrivé à celles d'Eſpagne en 1585. 247

Obſervation ſur la maniere d'inonder les environs des places maritimes. 248

Des coupures ou foſſés nommés criques, que l'on fait dans les endroits qu'une inondation ne peut ſubmerger. Ibid.

Maxime ſur la poſition des écluſes deſtinées à former de grandes inondations. 249

Difficulté cauſée par les inondations pour la communication des quartiers d'une armée qui aſſiege une place. 250

Avantage qu'une garniſon aſſiégée peut tirer de ſes inondations, pour être ſecourue ou ſe dérober au ſort fâcheux que l'ennemi lui deſtine. Ibid.

Retraite mémorable de la garniſon de Haguenau, aſſiégée en 1705. 251

Maxime ſur la maniere de former les inondations pour la défenſe des places dont le terrein des environs a beaucoup de pente. Ibid.

Ypres eſt une des villes de Flandres où les eaux de la riviere de ce nom ont été ménagées avec le plus d'art. 252

Avantage des places ſituées à l'embouchure d'une riviere. Exemple tiré de Nieuport. 255

La ſituation des places au confluent de deux rivieres n'eſt pas moins fa-

vorable. Exemple tiré de Dendermonde. page 253
Idée de la ville de Mons avant ſa démolition. 254
Les inondations de Mons étoient occaſionnées par les petites rivieres de Trouille & de Haine. Expoſé des effets de la premiere. 255
De quelle maniere on peut conduire les eaux d'une riviere dans un lieu ſupérieur à ſa partie d'aval : tiré de ce qui a été exécuté à Mons. Ibid.
Suite des inondations de Mons du côte du ſud. 256
De quelle maniere les eaux de la Trouille circuloient dans le foſſé de la place. Ibid.
Dernieres inondations formées par la même riviere du côté de l'oueſt. 257
Diſtribution des eaux de la Haine pour former les inondations qui s'étendoient depuis la porte de Nimy juſqu'à celle du parc. Ibid.
Suite des autres inondations cauſées par la même riviere. 258
Autre maniere de former les mêmes inondations en faiſant gonfler la Haine par une ſuite d'écluſes diſpoſées par caſcades. Ibid.
Remarque ſur le choix des attaques d'une place qui n'eſt couverte qu'en partie par les inondations. 259
Avantages & déſavantages qui accompagnent des fronts dont les collateraux ſont couverts par des inondations. 260

SECTION III.

Où l'on établit des maximes ſur la meilleure maniere de défendre les places par le jeu des écluſes.

Avantage des places dont les foſſés ſont à ſec, pour bien défendre les dehors par l'effet des mines. Ibid.
En quoi les foſſés inondés ont auſſi leur mérite. Avantage qu'on en peut tirer pour inonder la tête des travaux de l'aſſiégeant. 261
Les foſſés les plus favorables à une bonne défenſe, ſont ceux qui étant naturellement à ſec, peuvent être inondés quand on veut, & enſuite être évacués. Conditions néceſſaires pour cela. Ibid.
Maximes ſur la poſition qu'il faut donner aux foſſés des places maritimes ſituées ſur l'Océan. 262
Maxime ſur la poſition des batardeaux & des écluſes qui ſervent à la défenſe des foſſés. Ibid.
C'eſt moins la multiplicité des ouvrages, qui peut contribuer à une longue défenſe, que le bon emploi que l'on peut faire des mines & des eaux. 263
Idée de ce que l'on peut exécuter de la part des mines & de l'artillerie pour la défenſe d'une contreſcarpe. Ibid.
Maniere de défendre l'accès des pieces de dehors en déblayant les décombres des brèches par l'effet des mines. 264
Deſcription d'une fortification relative aux maximes précédentes. Ibid.
Maniere de faire circuler la riviere autour de l'enceinte. Ibid.

Position des batardeaux pour n'avoir de l'eau que dans les endroits où on voudra la conserver. page 265

Disposition qu'il faut faire pour inonder quand on voudra le fosse d'une demi-lune, en maintenant à sec celui de la place. 265

Opération du mouvement des eaux en conséquence des dispositions précédentes. 267

Difficultés qu'on peut opposer à l'assiégeant pour retarder la prise du réduit de la demi-lune. Ibid.

On peut, quoique le fossé de la demi-lune soit inondé, mettre à sec le fond de la caponiere pour y placer des troupes de réserve. Les flancs des réduits font que l'ennemi sera obligé de prendre trois demi-lunes au lieu d'une. 268

De quelle maniere on peut inonder telles parties que l'on voudra du grand fossé, en maintenant les autres à sec. Ibid.

Comment on peut évacuer les eaux des parties qu'on aura inondées, ensuite lâcher des torrens capables de retarder, plus que tout le reste, les progrès de l'assiégeant. 269

Remarque sur l'attention qu'on a eu de dérober ici toutes les écluses au canon de l'ennemi. Ce qu'il peut faire pour éviter l'action des eaux précédentes, & le moyen d'obvier à tout inconvénient. 271

On trouvera dans le traité de fortification que l'auteur destine au public, des exemples encore plus variés de l'usage qu'on peut faire des eaux pour la défense des places. Ibid.

LIVRE QUATRIEME.

De la maniere de rendre les rivieres navigables, de construire les canaux de navigation, ceux d'arrosage, & ceux de desséchement.

CHAPITRE PREMIER.

Comprenant des recherches sur la nature des fleuves, eu égard aux accidens auxquels ils sont sujets, suivies des réparations qu'on peut y faire.

DISCOURS préliminaire sur la nature des fleuves. Division de ce chapitre 273

SECTION PREMIERE.

Du cours des fleuves considérés selon leur largeur, profondeur & pente.

Recherches sur la cause de la vîtesse naturelle de l'eau des fleuves. 274
Les fleuves ont plus de vîtesse dans les endroits où leur lit est retréci, que dans les autres plus larges. 275
Les pentes & contre-pentes du lit d'un fleuve, aussi bien que les sinuosités de ses rives, contribuent beaucoup à rendre sa vîtesse inégale. Ibid.
Ce que la vîtesse des fleuves, acquise par la pente, perd de la part des obstacles, est le plus souvent réparé par la hauteur où l'eau s'éleve. 276
Difficulté de mesurer la vraie vîtesse d'un fleuve; on n'en peut guere juger par celle de sa surface, mais bien par la vîtesse moyenne que causera l'énergie de l'eau. Ibid.
C'est une erreur de croire que les fleuves n'ont de vîtesse qu'à cause de la pente de leur lit, puisque l'énergie de l'eau suffit pour lui en donner. 277
Maximes déduites des principaux articles de cette section. 278

SECTION II.

Où l'on examine l'action du cours des fleuves sur leur fond & sur leur berge ou rive.

Recherches sur les causes qui ont déterminé le lit des fleuves. 279
Démonstration de la maniere dont l'eau agit pour approfondir le terrein sur lequel elle coule. 280
L'action de l'eau a moins de prise contre les berges que sur le fond du lit. 281
Les berges droites ne se ressentent de la vîtesse d'un fleuve que par ce qu'elles ont d'horisontal, ce qui est toujours exprimé par la ligne qui en marque le talud. Ibid.
Trois causes principales concourent à établir le lit des fleuves; la qualité du fond, sa pente, & la profondeur ou l'énergie de l'eau. Ibid.
Les fleuves réguliérement dirigés s'approfondissent davantage dans le milieu de leur largeur que vers leurs rives ou berges. Ibid.
Examen des causes qui contribuent à élever les fleuves. 282
Le lit des fleuves réguliérement dirigés, dont le fond est sablonneux, devient concave en maniere de voûte renversée. 283
Examen des causes qui font que des fleuves se maintiennent toujours renfermés dans leurs lits lors même des crues, & qu'au contraire d'autres débordent. 284
Il arrive quelquefois que les parties d'un fleuve qui ont plus de largeur qu'il ne leur en faut, se rétrécissent naturellement, & que l'eau se prescrit elle-même de justes bornes. Ibid.

Inconvéniens

Inconvéniens auxquels sont sujets les fleuves qui coulent sur un lit de gravier. page 285

De quelle maniere les pierres que charrient certains fleuves occasionnent des atterissemens. Ibid.

Examen d'un corps chassé transversalement sur un plan incliné, d'où l'on déduit la cause qui produit les sinuosités des fleuves. 286

Les directions obliques du cours d'un fleuve sont la principale cause de la destruction de ses rives. 287

Les différentes tenacités du lit des fleuves contribuent beaucoup à faire naître des corrosions qui occasionnent la destruction des rives ou berges. Ibid.

Origine des barres qui se forment quelquefois au travers du lit des fleuves. 288

Si le lit d'un fleuve penche en certain endroit plus vers une rive que vers l'autre, il n'en faut pas davantage pour en occasionner la ruine, quoique la tenacité du fond soit uniforme. Ibid.

Un fleuve qui en reçoit d'autres peut devenir tortueux par cette seule cause. 289

Importance de bien étudier le cours des fleuves pour être en état d'en ordonner les réparations. Ibid.

Réflexion sur la cause du peu de durée de certaines réparations faites aux fleuves. 290

Pourquoi il arrive que des digues réparées en maçonnerie sont détruites par l'action d'un courant, peu après leur réparation. Ibid.

Il est bien plus sûr de s'attacher à détourner les causes des dégradations qui arrivent aux fleuves, que de s'opiniâtrer à vouloir en empêcher les effets. 291

SECTION III.

Des effets que produisent les épis construits dans les fleuves, d'où l'on déduit la méthode d'en réparer les dégradations.

Définition des épis, à quelle fin on les construit. Ibid.

Examen des propriétés d'un épi qui forme du côté opposé au courant un angle obtus avec la rive adjacente. 292

Quelles sont les différences que peuvent faire naître les combinaisons de l'eau réfléchie, d'avec ce qui a été exposé dans l'article précédent. 293

Quelles sont les propriétés d'un épi qui forme avec la rive adjacente un angle aigu opposé au courant. 294

Examen de l'effet d'un épi élevé perpendiculairement sur une rive. 295

Résultat des trois positions qu'on peut donner à un épi, eu égard à la nature des angles qu'il formera avec la rive adjacente. 296

Examen des propriétés des épis triangulaires. 297

Les épis triangulaires ont l'avantage de ne point trop rétrécir le passage d'un courant dans les grandes crues. Ibid.

Application des épis pour raser des atterissemens. 298

De quelle maniere un courant opere ſur les attériſſemens lorſqu'on le fait gonfler par un épi. 299

Divers moyens de former des épis ambulans. Ibid.

Uſage des épis triangulaires pour faciliter le comblement des fonds qui ſe rencontrent dans le lit des fleuves. 300

Application des mêmes épis pour réparer les breches qui ſe font aux rives par l'action d'un courant. 301

Maniere de rétrécir le lit d'un fleuve qui s'eſt trop étendu en largeur. 302

Uſage des épis triangulaires pour redreſſer un fleuve qui s'eſt écarté de ſon cours naturel. Ibid.

Explication de la maniere dont le courant remplira d'une part le lit du coude, & s'en formera un autre plus droit. 303

CHAPITRE II.

De la conſtruction des épis de faſcinage qui ſe font ſur les rivieres.

AVANTAGE des épis tels qu'on les conſtruit ſur le Rhin. Quels ſont les cas principaux où ils peuvent être employés. 305

Qualités & dimenſions des faſcinages pour la conſtruction des épis. Ibid.

Regle générale à obſerver pour déterminer l'épaiſſeur des épis ſur la profondeur de l'eau où ils doivent être établis. 306

Conſtruction d'un épi ſitué le long d'une rive expoſée à être endommagée par le courant. 307

Maniere de travailler le faſcinage pour la conſtruction de l'enracinement. 308

Suite de la même conſtruction pour l'enracinement d'un épi. 309

Regles qu'il faut obſerver pour établir la fondation du corps d'un épi. Ibid.

Précautions à prendre pour travailler ſans danger ſur un tiſſu de faſcinage flottant. 310

Attention qu'il faut avoir pour contourner l'épi de maniere à l'aſſujettir au chemin qu'il doit ſuivre. 311

Obſervations ſur la différence des tunes de la fondation d'un épi d'avec celles qui en compoſent le corps. Ibid.

Autre obſervation ſur la maniere de poſer les faſcines du corps de l'épi pour le rendre ſolide. 312

Conſtruction des tunes de recouvrement, & avec quelle précaution l'ouvrage doit être conduit. Ibid.

Quelles ſont les retraites qu'il faut laiſſer pour lier parfaitement les parties de l'ouvrage. 313

Précaution à prendre pour faire deſcendre réguliérement le corps d'un épi juſqu'au fond de l'eau, afin de travailler enſuite à l'enracinement de ſa queue. 314

Quand un épi a beaucoup de longueur, il faut pour le rendre ſolide faire d'autres enracinemens intermédiaires entre ceux de la tête & de la queue. page 315

Conſtruction d'un épi ſitué à la tête d'une iſle. Ibid.

Obſervation ſur la maniere d'enraciner les épis placés à la tête d'une Iſle. 316

Conſtruction d'un épi ſitué à la queue d'une iſle, ou au confluent de deux rivieres. Ibid.

Autre conſtruction d'un épi lorſqu'on veut barrer le bras d'une riviere, pour la rejetter toute entiere dans une autre. 317

Uſage des épis de la nature des précédens pour déterminer le cours d'un fleuve à ſuivre telle direction qu'on voudra. Ibid.

Maniere de réparer les épis qui ſe trouvent endommagés par des affouillemens ou par vétuſté. 318

Conſtruction des tunages qui ſe font pour conſerver les bords d'un fleuve. Ibid.

Eſtimation des matériaux qui entrent dans la compoſition d'une toiſe cube d'épi, tel que les précédens, avec des remarques ſur la maniere de travailler ſolidement. 319

Inconvénient à prévoir pour n'être point trop incommodé des crues d'eau, dans le cours de la conſtruction d'un épi. 320

CHAPITRE III.

Des écluſes propres à faciliter la navigation des rivieres.

Les ſinuoſités des rivieres en diminuent la pente, par conſéquent la vîteſſe; mais comme il ne faut pas non plus qu'elle ſoit trop grande pour la navigation, le chemin le plus court n'eſt pas toujours le plus avantageux. 322

Uſage des ſas à écluſe pour modérer la trop grande vîteſſe d'une riviere, & la rendre navigable, quoiqu'elle ait des chûtes. Ibid.

Quand une chûte paſſe douze à treize pieds, il faut la diviſer en pluſieurs autres par caſcades, & multiplier les ſas. Avantage de les faire plutôt accollés que ſéparés. 324

On emploie utilement les écluſes pour économiſer les eaux d'une riviere qui n'eſt point abondante, en faiſant deux ſas adoſſés, l'un pour les grands bateaux & l'autre pour les petits. Ibid.

Uſage des ſas à doubles paires de portes pour joindre, par un canal navigable, deux rivieres dont le niveau des eaux ſeroit reſpectivement ſujet à varier. 325

Deſcription du ſas exécuté ſur le canal qui communique d'Oſtendes à Bruges. Ibid.

Uſage d'une petite écluſe pour faire gonfler les eaux d'une riviere qui n'auroit point en quelqu'endroit aſſez de profondeur. Cette ſorte d'écluſe paſſe

pour la plus ancienne dont on ait fait usage. page 326
Quels sont les cas où l'on peut faire des écluses toutes en charpente. 328
Les écluses de charpente peuvent être employées fort utilement pour la défense des places. 329
Description d'une écluse de charpente, en commençant par l'établissement de sa fondation. Ibid.
Construction des bajoyers de la même écluse. 330
Dimension des bois & ferrures employés à la même écluse. 331
On peut se servir d'une vanne au lieu de poutrelles pour fermer cette écluse. Remarque à cette occasion. 332
Construction d'un aqueduc ou buse de charpente pratiquée à travers une digue, pour former des inondations ou dessécher un pays aquatique. Ibid.
Comme les moulins placés sur les petites rivieres empêchent qu'elles ne soient navigables, il faut pour éluder ces moulins les contourner par un canal de dérivation accompagné de sas avec écluses. Ibid.
Lorsque voulant rendre une petite riviere navigable, on n'a point la liberté de distraire une partie des eaux qui font tourner les moulins, on peut à l'endroit des chûtes faire des ponts-roulans. 335
Description de quelques machines pour approfondir les rivieres & les canaux. 336
Défaut ordinaire de l'embouchure des fleuves. Moyens de les rendre navigables. 337
Exemple instructif tiré d'un projet de canal pour remédier au défaut de l'embouchure du Rhône. 338
Moyen de rendre les rivieres navigables, en remontant le plus haut qu'il est possible vers leur source. 340
Projet de M. le maréchal de Vauban pour accroître la navigation des rivieres de France. Ibid.

CHAPITRE IV.

Des canaux de navigation les plus célebres, exécutés par les anciens.

AVANTAGE que procure le commerce. Les canaux sont merveilleux pour lui donner plus d'étendue. 343
Diversité des opinions sur le canal qui joignoit anciennement la mer Rouge à la Méditerranée. 344
Extrait d'une dissertation de M. Huet, évêque d'Avranches, qui prouve que ce canal a été navigable pendant plusieurs siecles. 345
Conclusion de M. Huet sur le même canal, dont il détermine la position. 347
Autre dissertation sur le même canal, lue à l'académie des sciences, par M. Delisle, où il confirme ce qui précede. 348

Extrait d'une lettre du pere Sicard, écrite du Caire, qui prouve encore la réalité de ce canal. page 350

M. Rollin, dans son hiſtoire ancienne, eſt d'accord avec les auteurs précédens. Extrait de ce qu'il dit à cet égard. Ibid.

Canaux conſtruits par les Romains. 351

Canal de Marius, conſtruit en Provence pour faciliter la navigation de l'embouchure du Rhône. 352

Excellente politique des Romains d'occuper leurs ſoldats à creuſer des canaux dans les tems de tranquillité. Exemple de ce qu'ils ont fait dans les Pays-Bas. Ibid.

Charlemagne entreprend un canal pour joindre le Danube & le Rhin par l'entremiſe de deux autres rivieres. 354

Deſcription abrégée du canal de la Chine. Extrait de l'hiſtoire des voyages de M. l'abbé Prévôt. Ibid.

Inconvénient du canal de la Chine de n'avoir point de ſas à écluſes. 355

CHAPITRE V.

Des principaux canaux exécutés en Europe par les modernes.

CANAUX exécutés en Flandres, & commencés en France ſous le regne de Henri le Grand. 357

Anecdotes ſur ce qui a précédé la conſtruction du canal du Languedoc, commencé en 1666, & achevé en 1681. 359

Louis XIV achete le terrein par où devoit paſſer le canal de Languedoc, l'érige en fief & en donne la propriété à M. Riquet & à ſes deſcendans, pour le récompenſer. 360

Etendue des deux parties du canal, l'une du côté de la Méditerranée, & l'autre du côté de l'Ocean. Elévation du point de partage au-deſſus des débouchés du canal, pris près d'Agde & de Toulouſe. 361

Nombre des écluſes conſtruites pour paſſer d'une mer à l'autre. Néceſſité de prolonger le canal royal depuis Toulouſe juſqu'à Meſſac. 362

Merveilleux effets de huit ſas accollés près de Beziers, où les bateaux montent ou deſcendent une chûte de ſoixante-ſix pieds de hauteur. Autre bel effet de l'écluſe ronde & du percé de la montagne de Malpas. Ibid.

Deſcription du baſſin de Naurouſe, qui ſervoit autrefois de point de partage, auquel M. le maréchal de Vauban en a ſubſtitué un autre plus avantageux. 363

Deſcription du réſervoir de S. Fariol, qui reçoit les eaux de la montagne Noire, & comment elles paſſent de ce réſervoir au point de partage. Ibid.

Des aqueducs-ponts ſur leſquels paſſe le canal, & des autres aqueducs-ſiphons qui paſſent deſſous le même canal, pour empêcher qu'il ne ſe comble

par le limon que charrient les eaux étrangeres. page 364

Dénombrement de pluſieurs autres canaux faits en Languedoc, depuis la conſtruction de celui de la jonction des deux mers. 365

L'auteur eſt choiſi pour arbitre des intérêts reſpectifs de la compagnie du canal de Picardie & des entrepreneurs qui l'ont exécuté. Ibid.

Expoſé des avantages que l'on tireroit du canal de Picardie, s'il étoit entiérement achevé. 366

Ce projet eſt diviſé en deux parties, dont la premiere, qui eſt achevée, regarde la jonction des rivieres de Somme & d'Oiſe; & la ſeconde, qui reſte à faire, conſiſte à rendre la Somme navigable juſqu'à Amiens. 367

Etabliſſement du point de partage, pour les deux parties du canal. 368

Digreſſion ſur la montagne de Juſſy, à l'occaſion d'un cas intéreſſant. 369

Conſtruction du canal depuis la montagne de Juſſy juſqu'à Fargnier, avec la poſition des écluſes. Ibid.

Deſcription de la branche du canal, depuis la Fere juſqu'à Chauny, avec une remarque ſur la poſition des écluſes pour ménager la fouille des terres. 370

Canal projetté en Bourgogne pour joindre la Saône avec l'Yonne, & par-là faire une ſeconde communication des deux mers. 371

Quels ſont les endroits par où doit paſſer ce canal. Son point de partage, la dépenſe de ſon exécution, & ſon produit. 372

Autre canal propoſé en Bourgogne, ayant pour point de partage l'étang du Long-pendu. Ibid.

Eloge du Czar Pierre I, empereur de Ruſſie. 373

Poſition de la Ruſſie par rapport aux autres régions de l'Europe, avec le grand deſſein qu'avoit conçu le Czar, de joindre les mers qui environnent ſes états. 375

Accidens arrivés à la premiere écluſe qui fut conſtruite pour le canal de Ruſſie, faute d'intelligence de la part de l'ingénieur. Ibid.

CHAPITRE VI.

Comprenant les principaux articles que les compagnies qui entreprennent l'exécution d'un canal, doivent faire inſérer dans le privilege qu'elles obtiendront du ſouverain.

UTILITÉ d'une formule de requête où ſe trouvent compris les principaux articles qui doivent être inſérés dans le privilege de faire un canal de navigation. 376

CHAPITRE VII.

Où l'on expoſe les principales maximes que l'on doit ſuivre pour former les projets des canaux de navigation, avec ce qui appartient à leur exécution.

SECTION PREMIERE.

Comprenant des maximes appartenantes aux projets des canaux.

SUR le choix du terrein le plus propre à faire paſſer un canal. 383
Inconvénient de faire paſſer un canal de navigation au pied des montagnes dont la pente eſt fort roide. 384
Il faut également éviter de faire paſſer le canal dans des vallons reſſerrés par des montagnes. 385
Il faut conduire le canal de maniere qu'en le préſervant de tout inconvénient, il paſſe en même tems par le chemin le plus court. 386
Quelles ſont les attentions qu'on doit avoir pour établir le point de partage. 387
Maniere d'eſtimer les eaux que le canal dépenſera pour le paſſage des bateaux par les écluſes. 388
Eſtimation de la perte que feront les eaux par les évaporations, qui vont à trente-deux pouces de hauteur d'eau, par année commune. Ibid.
Il faut peu compter ſur l'uniformité du produit des ſources. Quelles ſont les altérations qui leur arrivent ſelon la durée des ſechereſſes. 389
Eſtimation de la vîteſſe de l'eau, relativement à la pente que l'on donnera aux rigoles. 390
Exemple remarquable qui montre combien on doit peu compter ſur l'amas des eaux de pluie ou de la fonte des neiges, pour la dépenſe des écluſes. Ibid.
Attention qu'il faut avoir en voulant dériver les eaux d'un fleuve pour les introduire dans un canal de navigation, afin qu'il n'en réſulte pas d'inconvéniens. 391
Il faut une écluſe à l'embouchure du canal pour faciliter en tout tems le paſſage des bateaux, & faire enſorte qu'il ne s'encombre point par le limon des eaux troubles. Ibid.
Obſervations ſur ce qui regarde la carte du chemin par lequel le canal doit paſſer. 392
Quel eſt l'ordre que l'on doit obſerver dans le devis qui doit accompagner la carte & les profils des nivellemens. 393

SECTION II.

Où l'on continue de donner des maximes sur les canaux, principalement au sujet de la fouille & de l'emploi des terres.

Dimensions qui conviennent à un canal de navigation creusé dans un pays de plaine. page 394

Maniere de juger de la capacité des contre-fossés sur la quantité d'eau des pluies d'orages. Expériences faites à cet égard. Ibid.

Quel est le parti qu'il faut prendre lorsque le canal doit passer par un lieu plus éminent que sa profondeur. 395

Etablissement du canal dans les endroits plus bas que n'en doit être le fond, & dans quel cas il faut le faire passer sur un pont-aqueduc. 396

Observation sur la maniere de creuser un canal dans un terrein de tourbe. Evénement remarquable arrivé à cette occasion. 398

Difficultés de faire passer un canal au travers d'un étang. 399

Construction des digues servant à joindre deux montagnes pour former un réservoir propre à fournir des eaux à un canal. Ibid.

Autre maniere de construire les digues, à l'imitation de celles du réservoir de S. Fariol. 400

CHAPITRE VIII.

De la construction des sas pour faciliter la navigation des rivieres & des canaux.

QUAND le point de partage ne fournit pas de l'eau en abondance, il faut régler la grandeur des sas sur celle d'un des plus forts bateaux qui passera par le canal. 401

Dimension qu'on doit donner aux sas, relativement à la grandeur des plus forts bateaux qui passent sur les rivieres de France. Ibid.

Construction d'un sas semblable à celui du canal de Picardie pour la jonction des rivieres de Somme & d'Oise. 403

Il faut, à l'entrée de l'écluse supérieure d'un sas, faire une risberme, & planter avec soin des files de palplanches pour garantir le radier & le mur de chûte de la filtration des eaux. 405

Construction des murs pour les bajoyers des écluses & le corps du sas. 406

Dimension qu'il faut donner à la charpente des portes des écluses d'en haut & d'en bas. 407

Maniere de recouvrir les joints des madriers dont on peut se servir pour le radier des écluses, au lieu d'y employer un double plancher. 408

On peut, si l'on veut, se dispenser de faire à plomb le parement des murs de

de chûte, & leur donner du talud, comme à la plupart des ſas de Hollande. page 409

Pluſieurs branches d'un canal peuvent aboutir à un même ſas, comme on le voit à celui nommé l'écluſe ronde du canal de Languedoc. Sas de forme elliptique propre à contenir à la fois deux grands bateaux de front. 410

Deſcription du ſas de Bouzingue, ſitué ſur le canal d'Ypres à Furnes. 411

Ingénieux moyens employés à ce ſas pour ne dépenſer par écluſée que le tiers de l'eau qu'exige l'uſage ordinaire 412

Il faut avoir grande attention de n'établir la fondation des ouvrages de maçonnerie qu'après avoir creuſé les parties baſſes du canal pour faciliter l'écoulement des eaux. 414

CHAPITRE IX.

Des aqueducs paſſant ſous le lit d'un canal. Déverſoirs pour la décharge de ſes eaux. Ecluſes pour en recevoir. Pont-aqueduc ſervant à faire paſſer un canal ſur des rivieres & ruiſſeaux. Autres ponts à l'uſage du pays.

ATTENTION qu'il faut avoir en projettant un canal pour faciliter l'écoulement des eaux étrangeres par des contre-foſſés & des aqueducs d'une grandeur ſuffiſante. 415

Deſcription de l'aqueduc de Meſuran, paſſant ſous le lit du canal de Languedoc. 416

Autre aqueduc ayant deux paſſages au lieu d'un, conſtruit ſous le même canal. 417

Devis d'un aqueduc différent des précédens, tel qu'on en voit au canal de Picardie. 418

Maniere de conſtruire les ſas qui ſe font ſous le lit d'un canal, lorſqu'il eſt trop bas pour pouvoir y ménager un aqueduc. 419

Deſcription d'un déchargeoir de ſuperficie, tel qu'il y en a ſur le canal de Picardie. 420

Deſcription d'une écluſe à vanne pour l'entrée des eaux dans un canal. 421

Deſcription d'un des ponts-aqueducs, ſur lequel paſſe le canal de Languedoc, avec les inſtructions qui appartiennent à ces ſortes de ponts. Ibid.

Des ponts de maçonnerie qui ſe conſtruiſent ſur les canaux. 423

Des ponts-levis à double tablier que l'on fait auſſi ſur les canaux pour la communication du pays. 424

Attention qu'il faut avoir pour conſtruire un pont à l'endroit d'un canal qui traverſe une montagne. 425

Maniere d'appuyer ſolidement les tabliers d'une longueur extraordinaire. 425

CHAPITRE XII.

Des moyens de fonder dans l'eau sur pilotis les ponts & autres ouvrages, sans être obligé de faire de batardeaux ni d'épuisemens.

EMPLACEMENT du grillage dont il faut se servir pour l'établissement de cette fondation. 457

Maniere de remplir de terre glaise, ou de mortier de cailloutage, les cases de ce grillage. 458

Maniere de récéper les pilots au fond de l'eau. 459

Comment on peut élever sur ce grillage la maçonnerie par assises réglées. 460

Description d'une nouvelle machine adaptée aux chapelets, pour faire à la tâche des épuisemens avec économie & célérité, accompagnée de l'extrait d'une lettre sur ce sujet. 463

CHAPITRE XIII.

De la maniere de dessécher les cantons aquatiques, & de les mettre en état d'être cultivés.

AVANTAGE des plaines qui ont des fossés d'écoulement, & comment on peut dessécher les cantons aquatiques. 465

Quand un canal d'écoulement aboutit à une riviere sujette à grossir, il faut en soutenir les eaux par une écluse qui l'empêche de se répandre dans le pays. 466

Souvent les moulins qui sont sur les petites rivieres, portent un grand dommage aux prairies qui leur répondent. 467

Attention qu'il convient d'avoir quand les canaux d'écoulement vont se décharger dans la mer. 468

De quelle maniere on peut faire usage des accoulins ou attérissemens, pour élever les lieux bas auxquels on ne peut donner d'écoulement. 469

Quel est le parti qu'il faut prendre pour élever le même terrein, lorsqu'on n'a point de riviere à portée de-là. 471

CHAPITRE XIV.

Des canaux d'arroſage pour fertiliſer un pays aride.

DES canaux d'arroſage qui ſont en Egypte. Extrait de l'hiſtoire ancienne de M. Rollin. page 473

Des arroſages qui ſe font en Italie, dans le Dauphiné, la Provence, &c. 474

Maximes ſur la maniere de former les projets qui appartiennent aux canaux d'arroſage. 475

Il faut avoir grande attention à la qualité des eaux dont on pourra diſpoſer, & voir ſi elles ne ſont pas contraires aux productions de la terre. Evénement remarquable à ce ſujet. 476

La trop grande crudité des eaux peut être corrigée en la faiſant filtrer au travers du fumier. 477

Moyennant les arroſemens, on peut changer une terre labourée en pré, & réciproquement un pré en terre labourable. Ibid.

Moyennant un canal d'arroſage on eſt parvenu à rendre fertile la plaine de Crau en Provence. 478

Projet d'un canal d'arroſage pour la Provence. 479

Moyen d'exécuter le projet précédent, en le faiſant ſucceſſivement par parties qui produiront à meſure. Ibid.

Fin de la table.

Approbation du Censeur Royal.

J'AI lu par ordre de Monseigneur le Chancelier, le second volume de la deuxieme partie de l'*architecture hydraulique*, par M. *Belidor* : ce volume, ainsi que ceux qui le précedent, est rempli de plusieurs recherches intéressantes & utiles. On y trouve les principes d'une exacte théorie, & l'auteur a donné tous les détails d'une pratique éclairée. Nous ne doutons pas que le public ne reçoive avec grand plaisir ce volume, qui termine tout l'ouvrage. Fait à Paris, ce 25 novembre 1752. MONTCARVILLE, *lecteur du roi, & professeur royal en mathématiques.*

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, roi de France & de Navarre : à nos amés & féaux conseillers les gens tenant nos cours de parlement, maîtres des requêtes ordinaires de notre hôtel, grand-conseil, prévôt de Paris, baillifs, sénéchaux, leurs lieutenans civils, & autres nos justiciers qu'il appartiendra, SALUT. Notre amé CHARLES-ANTOINE JOMBERT, libraire à Paris, nous a fait exposer qu'il desiroit faire imprimer & réimprimer des ouvrages qui ont pour titre : *architecture françoise, par M. Blondel. Cours d'architecture, par D'aviler : méthode pour apprendre le dessein, avec des figures & des académies. Traité de la Stéréotomie, par M. Frezier. Architecture moderne. De la décoration des édifices, par M. Blondel. La Théorie & la pratique du jardinage, par Alexandre le Blond. Oeuvres de M. BELIDOR, savoir le cours de Mathématique ; la science des ingénieurs ; le bombardier françois ; & l'ARCHITECTURE HYDRAULIQUE. Cours de science militaire, par M. le Blond, contenant l'arithmétique & la géométrie de l'officier, la fortification, l'artillerie, l'attaque & la défense des places, la castramétation, la tactique, &c. Recueil des pierres gravées du cabinet du roi.* S'il nous plaisoit lui accorder nos lettres de privilege pour ce nécessaires. A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'exposant, nous lui avons permis & permettons par ces présentes, de faire imprimer réimprimer lesdits ouvrages autant de fois que bon lui semblera, & de les vendre, faire vendre & débiter par-tout notre royaume, pendant le tems de dix années consécutives, à compter du jour de la date des présentes ; faisons défenses à tous Imprimeurs, Libraires, & autres personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre obéissance ; comme aussi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire lesdits ouvrages, ni d'en faire aucun extrait, sous quelque prétexte que ce puisse être, sans la permission expresse & par écrit dudit exposant, ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiscation des exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers audit exposant, ou à celui qui aura droit de lui, & de tous dépens, dommages & intérêts ; à la charge que ces présentes seront enregistrées tout au long sur le registre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impression desdits ouvrages sera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres, conformément aux réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725, à peine de déchéance du présent privilege ; qu'avant de les exposer en vente, les manuscrits qui auront servi de copie à l'impression desdits ouvrages seront remis dans le même état où l'approbation y aura été donnée ès mains de notre très-cher & féal Chevalier Chancelier Garde des Sceaux de France, le sieur DE MAUPEOU ; qu'il en sera ensuite remis deux exemplaires dans notre bibliotheque publique, un dans celle de notre château du Louvre, & un dans celle dudit sieur DE MAUPEOU, le tout

à peine de nullité des présentes; du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit exposant & ses ayant-causes pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des présentes qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin desdits ouvrages, soit tenue pour duement signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers-Secretaires, foi soit ajoutée comme à l'original Commandons au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de haro, charte Normande, & lettres à ce contraires : CAR tel est notre plaisir. DONNÉ à Paris, le mercredi, dixieme jour du mois de Mai, l'an de grace mil sept cent soixante-neuf, & de notre regne le cinquante-quatrieme. Par le Roi en son Conseil.

Signé, LE BEGUE.

Registré sur le registre XVII de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 507, fol. 6651, conformément au Réglement de 1723. A Paris, ce 23 Mai 1769.

BRIASSON, Syndic.

CATALOGUE

Des ouvrages de M. BELIDOR, Colonel d'Infanterie, Chevalier de l'Ordre Militaire de Saint-Louis.

NOUVEAU Cours de mathématiques à l'uſage de l'artillerie & du génie, où l'on applique les parties les plus utiles de cette ſcience à la théorie & à la pratique des différens ſujets qui peuvent avoir rapport à la guerre. *In-quarto*, nouvelle édition avec 34 planches. 15 liv.

La Science des Ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification & d'architecture civile, diviſée en ſix livres. Le premier traite de la théorie de la maçonnerie. Le ſecond, de la méchanique des voûtes. Le troiſieme, de la conſtruction des travaux. Le quatrieme, de la conſtruction des édifices militaires & civils. Le cinquieme des cinq Ordres d'architecture & de la décoration des édifices. Le ſixieme, de la maniere de faire les devis. En un volume *in-quarto*, grand papier, enrichi de 53 planches. 25 l.

Le Bombardier François, ou nouvelle méthode pour jetter les bombes avec préciſion. Avec un traité des feux d'artifice, volume *in quarto*, avec figures.

Architecture Hydraulique. *Premiere partie*, qui contient l'art de conduire, d'élever & de ménager les eaux pour les différens beſoins de la vie, en deux volumes *in-quarto*, grand papier, enrichis de cent planches. 48 l.

Architecture Hydraulique. *Seconde partie*, qui comprend l'art de diriger les eaux de la mer & des rivieres, à l'avantage de la défenſe des places, du commerce, & de l'agriculture. Ouvrage ſervant de ſuite à la Science des ingénieurs. En deux volumes *in-quarto*, accompagnés de cent vingt planches très-bien gravées. 52 liv.

Œuvres diverſes de M. Belidor, concernant l'artillerie & le génie. *In-octavo*, avec 7 planches 1764. 6 liv.

Dictionnaire portatif de l'ingénieur & de l'artilleur, compoſé originairement par M. Belidor, nouvelle édition refondue, corrigée & augmentée du quadruple, par Charles-Antoine Jombert. *In-octavo*, 1768. 9 l.

ARE 85-B
FC 2361
1-44
B43
957
v. 2
v. 2
GETTY CENTER
LIBRARY